

POHJOIS-KARJALANAMMATTIKORKEAKOULU

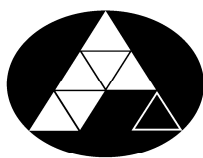
Kone-jatuotantotekniikankoulutusohjelma

VilleTurunen

VARASTONMATERIAALINKÄSITTELYNKEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö
Toukokuu2012

 <p>POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU</p>	<p>OPINNÄYTETYÖ Toukokuu2012 Kone- ja tuotantotekniikan koulu- tusohjelma</p> <p>Karjalankatu3 80200JOENSUU p.(013)2606800</p>
<p>Tekijä VilleTurunen</p>	
<p>Nimeke Varastonmateriaalinkäsittelynkehittäminen</p> <p>Toimeksiantaja AbloyOy</p>	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää uuden keskusvaraston materiaalin hallintaa ja käsittelyä ja luoda varastoon toimiva keräilyjärjestelmä. Varastoarvojen ollessa merkittävä osa materiaalin läpivirtausaika, on varaston kehittämiseen käytettävä resursseja enenevässä määrin. Keräilypuolestaan on modernitapahallitavara-astotaulosvirtaavaa materiaalia ja erinomainen tapahallitamus-ssatapauksessa jatkokäsittelyihin syntyviä väli-japistevara-astoja.</p> <p>Opinnäytetyö rajattiin koskemaan vain varaston fyysisen alueen sisällä tapahtuvia toimintoja. Keräilyn liittyessä olennaisesti myöskin onpano-japakkausprosesseihin, tehtiin sen kohdalla poikkeusrajaukseen.</p> <p>Työssä käydään läpi vastaavanlaiseen projektiin tarvittavaa teoriaa. Logistiikan perusteet, varastoinnin osat, alueet ja materiaalin hallinta ovat tärkeä osa työssä tarvittavaa tietoa. Keräilyprosessiin ja sen apuvälineisiin tutustutaan syvällisemmin ja työ antaa tietoa vastaavan prosessin perustamisesta. Ergonomian ollessa tärkeä osa jokaisen työntekijän arkea, on siihen paneuduttu erityisesti nostotyötä ja tuotantotilojen työoloja silmällä pitäen.</p> <p>Työn tuloksena syntyy toimiva keskusvarasto, jossa varastoitava materiaali ei jää kassattamaan läpivirtausaika, vaan virtaa sujuvasti toimitusketjussa. Työn jälkeen keräilyjärjestelmän uudostuu osaksi toimitusprosessia ja parantaa kokonaisuutena onpanon työntekijöiden tehokkuutta.</p>	
<p>Kieli suomi</p>	<p>Sivuja 66</p>
<p>Asiasanat materiaalinkäsittely, keräily, varastointi</p>	



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
May 2012
Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering

Karjalankatu 3
FIN-00200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-2606800

Author
Ville Turunen

Title
Development of Warehouse Materials Handling

Commissioned by
Abloy Oy

Abstract

The goals of this study were to establish a functional and effective order picking process and develop the existing warehouse processes and control of inventory. As storage values are a major factor in improving material throughput times, there is an increasing need to direct resources into warehouse development. Order picking is a modern way of controlling the outbound flow of material in a storage facility and in addition it is an excellent way of removing excessive and unwanted point-of-use storages from sequential processes.

The outlines of this study could be set on the physical perimeters of the hub storage in question on the exception of the order picking, which had to reach out to field of assembly and packaging.

The basics of logistics, inventory control and typical warehousing types and techniques create the basis of the study. Order picking techniques and equipment are reviewed in greater detail and the study will give the reader a better understanding of the information needed for establishing a similar order picking process. In addition, ergonomics related closely with storage area work is discussed.

The study will help establish a well balanced hub storage with an efficient order picking process in operation. The order picking process will be integrated into the supply chain and it will improve the overall efficiency of the assembly area.

Language
Finnish

Pages 66

Keywords
materials handling, order picking, warehousing, inventory control

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1 Johdanto	5
1.1 Työntarkoitus	5
1.2 Abloy Oy	6
4 Logistiikka	7
4.1 Mitä on logistiikka?	7
4.2 Varastointi	8
4.2.2 Miksivarastoidaan?	9
4.2.3 Varastomuodot	10
4.2.4 Varastotoiminnot	13
4.2.5 Varaston ja varastopaikkojen järjestely	14
4.3 Materiaalinkäsittely	17
4.4 Keräily	21
4.4.1 Mitä on keräily?	21
4.4.2 Yleisimmät keräilyhylytyypit	23
4.4.3 Muut keräilynapuvälineet	25
4.4.4 Keräilyreitit	29
4.5 Tuotteiden luokittelu	33
4.5.1 Pareton-jakauma	33
4.5.2 ABC-analyysi	33
4.5.3 XYZ-analyysi	34
4.5.4 RRS-analyysi	35
4.5.5 Muut luokittelutavat	37
5 Lean-tuotantofilosofia	38
5.1 Mitä on Lean?	38
5.2 Virtaus	39
6 Ergonomia	40
5.1 SFS-ENISO 6385-standardi	40
6.2 Nostotyöergonomia	41
6.3 Varastotyöergonomiayleisesti	44
7 Työntila	46
7.1 Lähtötilanne	46
7.1.1 Toiminnot	47
7.1.2 Syyt muutokseen	47
7.1.3 Lähtötilanteen hyvät ja huonot puolet	48
7.2 Tavoitetila	49
7.2.1 Toiminnot	49
7.2.2 Aikataulu	49
7.3 Työneteneminen	50
7.3.1 Inventaarion luokittelu	50
7.3.2 Varastotoiminnot ja järjestely	52
7.3.3 Keräilyn järjestäminen	54
7.3.4 Toimintojen kehittäminen jatkossa	59
8 Pohdinta	61
Lähteet	65

1 Johdanto

Varastointi ja siihen liittyvät logistiset toiminnot ovat usein ylenkatsottu osa yrityksen toimintaa. Liikenne- ja viestintäministeriön tekemä logistiikkaselvitys vuodelle 2012 osoittaa, että keskimääräinen logististen toimintojen osuusteollisuuden jakaupan alan yritysten liikevaihdosta on noin 12,1 prosenttia. Vuonna 2011 samat yritykset käyttivät 33,1 miljardia euroa logistisiin toimintoihin. Näistä toiminnoista noin 46 prosenttia kuuluu varastoinnin kuluihin ja varastoihin sitoutuneeseen pääomaan. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2012.) Tästä johtuen toimeksiantaja on nähnyt tarpeelliseksi kehittää omaa varastointiaan ja modernisoida sen toimintoja.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda lukijalleen ymmärrys varastoinnin tarkoituksesta ja siihen liittyvistä toiminnoista. Työssä keskitytään tarkemmin varastokeräilyyn ja keräilyprosessin perustamiseen varastoon, jossa käsitellään suuria määriä pieniä kappaleita. Keräilyprosessia käynnistettäessä tavoitteena on myös pienten piste- ja linjavarojen kuolettaminen toimitusta edeltävissä tuotantovaiheissa kuten kokoonpanossa ja pakkauksessa. Työssä edetään järjestelmällisesti logistiikan perusteista aina keräilyntoteuttamisvaiheisiin saakka. Lisäksi siinä käydään läpi varastotyön ergonomian pääpiirteet ja suositukset ja annetaan lukijalle kuva erilaisista inventaariolosuhteista ja niiden käyttökohdeista.

1.1 Työntarkoitus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää jo olemassa olevan varaston toimintoja ja luoda varasto toimivaksi keräilyjärjestelmä. Tämän kehityksen kohteena on Abloy Oy:n Laitelukitus-liiketoimintayksikön välivarasto, josta muodostuu työn edetessä niin sanottu hub- eli keskusvarasto. Varaston kehittämisen taustalla on tarve saada useissa erikoisissa oleva inventaario yhden varaston sisäpuolelle ja näin ollen vähentää keskeneneräisen tuotannon (KET) määrää muiden toimintojen alueilla. Keräilyä katsotaan tarvikkeiden kokoonpanon työ-

kentelyä jätävien esille tuotannon laadun poikkeam
avullayritys voi kehittää omia toimintojaan.

Työnaikan vertaillaan mahdollisia varastomuotoja, keräilytapoja ja -tekniikoita
jatutustaan materiaalin käsittelyyn yleisellä tasolla. Liiketoimintayksikön varas-
tonimikkeet käydään läpi ja ne luokitellaan tarvittavilla menetelmillä varaston
kierron optimoimiseksi ja varastoarvon minimoimiseksi. Näitä tietoja sovelletaan
työnedetessä käytäntöön ja vertaillaan niiden toimivuutta juurittain tiettyä sovel-
lusta ajatellen.

Työonrajattukoskemaan vain kyseistä varastoaluet
Näin ollen varastoontulevan materiaalin virtaukseen
aalin jatkokäsittelyneiotetakaan.

1.2 Abloy Oy

"Abloy Oy on johtavien lukkojen, lukitusjärjestelmien ja rakennusalojen valmista-
jia, sähkölukkojen tuotekehityksen maailman johtaja ja haittalevysylinteriteknolo-
gian uranuurtaja" (Abloy Oy 2011b).

Abloy Oy:llä on Suomessa kaksi tehdasta, jotka sijaitsevat Joensuussa ja
Björkbodassa. Yritystyöllistää yhteensä noin 900 henkilöä. Joensuussa sijaitse-
va tehdas valmistaa lukitus tuotteita, rakennusaloja, ovien sulkimia ja oviauto-
matiikkaa erilaisiin käyttökohteisiin. Björkbodan tehdas on puolestaan keskitty-
nyt tuottamaan lukkorunkojen sisä- ja ulkokäyttöön. (Abloy Oy 2011a.)

Abloy Oy on osakansainvälistä ASSA ABLOY -konserniä, joka on listattu Tuk-
holman pörssissä. Konserni työllistää noin 42000 henkilöä usealla erimantereel-
la ja sen liikevaihto on noin neljä ja puoli miljardia euroa. Konserni tunnetaan
maailman johtavana oviympäristöratkaisujen toimittajana. (Assa Abloy 2011.)

4Logistiikka

4.1Mitäonlogistiikka?

Logistiikkaa on ollut olemassa jo aikojen alusta ja sitä on sovellettu maailman sotatantereilla ja valloitusretkillä vähintäänkin atojen vuosien ajan. Logistiikalla onkin vahvat sotilaalliset juuret ja aikaisemmin termillä tarkoitettiin sotilaallisten joukkojen liikuttamista, tukemista ja vahvistamista niiden edetessä rintamalla. Vaikka logistiikka on sananauusi, ei se tarkoita että nykyisessä olisi jokin uusi ilmiö. Termin ”logistiikka” juuret ovat 1950-luvun Yhdysvalloissa, jolloin sen käytöllä viitattiin usein tavarantoimitukseen tai markkinointilogistiikkaan ja vasta viime vuosikymmeninä on sen merkitys kehittynyt nykyiseen laajempaan muotoonsa. (Gourdin 2001, 1–3; Coyle, Bardi & Langley 2003, 13–17.)

Sakki (1999, 24) tiivistää logistiikan merkityksen lyhyesti tavaravirran ja siihen liittyvän tieto- ja rahavirran ohjaamiseen ja toteuttamiseen. Näiden virtojen ohjaaminen pitää kuitenkin sisällään huomattavan paljon eri tasoilla olevaa ohjausta, kuten tilausten käsittelyä ja valvontaa, myyntiä, suunnittelutyötä, taloushallintoa ja tapahtuma- ja muutostietojen välittämistä. Logistiikan toteutuspuolella toimintoja ovat muun muassa tavarankäsittely, kuljetttaminen, varastointi, laskutus- ja maksuasiat sekä tehdastyö. Logistiikka ei siis ole mikään yksittäinen prosessi, vaan se kulkee usean osaston ja henkilön vastuun alueen läpi aina tuotannon alkuvaiheista asiakkaalle toimitukseen asti.

Logistiikasta puhuttaessa tulee kiinnittää huomiota siihen, kuinka moni sen osa-alueista on asiakasrajapinnassa. Tästä johtuen yritys voi parantaa kilpailuetuaan parantaen omaa logistista osaamistaan ja näin ollen säästää ei vain omia vaan myös asiakkaansa resursseja. (Sakki 1999, 24–25.) Kuten Gourdin (2001, 2) toteaa modernia logistiikkaa kuvatessaan, on logistiikka pohjimmiltaan asiakkaan tarpeiden tyydyttämistä. Mitä tarkemmin yrityksen hallinto ymmärtää asiakkaan tarpeet, sen parempi tulee yrityksen logistisesta strategiasta.

4.2 Varastointi

4.2.1 Varastojen kehitys

Varhainen liike-elämää koskeva kirjallisuus kuvailee varastoja markkinoinnin prosessien kannalta välttämättömiksi säilytystiloiksi, joita käytettiin pääosin tuotteiden ajoittamiseksi asiakkaiden tarpeisiin. Todennäköisesti tällaisesta näkökulmasta johtuen varastoja pidetään vielä tänäkin päivänä hieman välttämättömänä paheenajakeluprosessissa. Tämä johtuneepääosin siitä, että varastointi lisää tuotteen arvoa asiakkaalle vain harvoissa tapauksissa, mutta setuositäkin enemmän lisää kulujaprosessiin. (Bowersox & Closs 1996, 390–391.)

Varhaisissa varastoissa ei kiinnitetty juurikaan huomiota varaston sisäiseen toimintaan. Vain tavaran säilyttämiseen ja sen lastaukseen ja purkuun liittyvät toiminnot tunnustettiin varastotoiminnoiksi eikä varaston ohjaukselle tai varastossa makoavan tavaran hinnalle annettu painoarvoa. Useimmissa varastoissa tavara kirjaimellisesti makasi lattialla tai maassa erinäisissä kasoissa, jotka oli lajiteltu joko tuote- tai asiakaskohtaisesti. Työvoiman ollessa suhteellisen edullista kaikki työ tehtiin käsin ilman sen kummempaa opastusta, joka puolestaan johti useissa tapauksissa tavaran katoamiseen. Vasta toisen maailmansodan jälkeensä varaston sisäisten toimintojen kehittämiseen kiinnitettiin huomiota. Tästä käännepisteestä alkoivat varastojen kehityskohtimoderniavarastoja erilaisine toimintoineen. (Bowersox ym. 1996, 391.)

Varastojen kehitys keskittyi 60- ja 70-luvuilla pääosin uusiensaataavilla olleiden teknologioiden soveltamiseen kaikkiin tunnustettuihin varastotoimintoihin. Tämä johti toimintotapojen ja teknikoiden kehittymiseen varsinkin materiaalin käsittelyyn ja varastoinnin osalta. Saavuttaessa 80-luvulle kehityksen pääpaino siirtyi erilaisten varastojärjestelmien ja käsittelytekniologioiden muunneltavuudelle. Asiakkaiden alkaessa vaatia 90-luvulla erilaisia tuote- ja lähetyskohtaisia muutoksia yritykset joutuivat keskittymään toiminnassaan joustavuuden kehittämiseen. Tämän näkyminen myös varastojen sisällä ja niiden joustavuutta tilausten käsittelyissä jouduttiin parantamaan huomattavasti. Informaatioteknologian nostaes-

sa päätään sen tehokkaan käytön hallinta nousi myös yhdeksi pääkehityskoh-teeksi niin varastoissa kuin muuallakin yrityksissä .(Bowersox ym. 1996, 392.)

4.2.2 Miksi varastoidaan?

Varastot tulevat tarpeelliseksi useintuotannon ja myyntitaituotannon jatkokäytön erikokoisten kulutusarvoista (Karrus 2001, 35). Erotkulutusarvoissa johtuvat usein siitä, että tuotantolaitosten kiinteiden kustannusten osuus laskee yksikköä kohden eräkoon kasvaessa. Tämä puolestaan johtaa menekkiä suurempiin tuote-eriin. Tällaista toimintaa kutsutaan varasto-ohjautuvaksi ja se on hyvin yleistä tuotantoyrityksissä. (Sakki 2009, 103 .) Mikäli toiminta ajautuu tilanteeseen, jossa tuotanto tuottaa enemmän kappaleita kuin ehditään kuluttaa, joutuu varasto jakajan asemaan tuotannon ja varasto a kuluttavien toimintojen väliin. Tässä tilanteessa tuotantolaitokseen muodostuu kaksi aluetta, joilla on erilaiset ohjausjärjestelmät. (Karrus 2001, 35.)

Kaikki varastointi ei suinkaan johdu tuotantoteknisistä päätöksistä. Myös tulevaisuudentilantarviointituotannossa, kuljetusten pitkävälimatkat taintiiden kustannukset voivat johtaa varastojen syntymiseen. (Sakki 2009, 103–106.) Joissakin tapauksissa varastoinnista voi olla myös vanhauskomus, että varastoon vaurauden merkki (Karrus 2001, 35).

Hokkanen ym. (2004, 217–218) listaavat varastoinnin syiksi muun muassa erilaisten kustannusten alenemisen, toimitusten varmistamisen, aika- ja tilaerojen tasaamisen ja tilaus-toimitusketjun toimijoiden Just-In-Time-ohjelmien (JIT) tukemisen. Myös yrityksen asiakaspalveluprosessien tukeminen ja ylläpitäminen voisitoiniaperusteena pienemmän varaston ylläpitämiselle (Lambert & Stock 2001, 391).

4.2.3 Varastomuodot

Varastot voidaan lajitella säilytettävän materiaalin tai niiden käyttötarkoitusten mukaan. Materiaalin mukaan jaettavat varastot jaetaan joukko- tai kappaletavaravarastoihin ja käyttötarkoituksen mukaan jaettavat varastot ryhmitellään valmistukseen tai jakeluun liittyviin varastoihin. (Hokkanen ym. 2011, 126–127.)

Valmistukseen liittyvät varastot sijaitsevat usein tuotantolaitoksen läheisyydessä tai jopa sen sisäpuolella. Nämä varastot ovat Hokkanen ym. (2011, 126–127) mielestä useinvälittämättömiä tuotannon niiden ja jalostusprosessin välittömän yhteyden vuoksi. Varastot jaotellaan pienempiin ryhmiin myös sen mukaan, missä vaiheessa ja kuinka ne prosessia palvelevat. Nämä ryhmät ovat raaka-ainevarastot, puolivalmiste- eli välivarastot, valmiste- eli tuotevarastot, tarvikkevarastot ja työvälinevarastot.

Raaka-ainevarastoissa säilytetään tuotannon tarvitsemia materiaaleja ennen niiden käyttöönottoa. Näille varastoille ominaista on laajien materiaalien laaja skaala ja nimikkeiden pieni yksikköhinta. Niiden tuotantoerät ovat suuria ja harvassa, kun taas lähtöeriä on usein ja ne ovat kooltaan huomattavasti pienempiä. Materiaalin käsittely raaka-ainevarastossa voi olla hyvinkin karkeaa sen jatkokäsittelyn ja olomuodon huomioonottaen. (Hokkanen ym. 2011, 127.) Karhunen ym. (2004, 302) näkevät raaka-ainevarastot tarpeellisin ainoina silloin, kun raaka-aineiden hankkiminen pienissä erissä suoraan tarpeisiin tulisi liian kalliiksi, tai kun jatkuva saantia ei voida tulla muilla keinoin.

Välivarastot ovat varastoja, joissa säilytetään tuotannon prosessin välissä olevaa keskeneräistä tuotantoa. Näitä varastoja syntyy tuotantolaitoksiin silloin, kun tuotteiden taloudellinen eräkokoon suurempi kuin asiakkaalle myytävä erä. Välivarasto ennen kokoonpanoa voi olla välittämätön, jos yritys valmistaa tuotteita, joissa on useita samoja osia. (Karhunen ym. 2004, 302–303.) Välivarastoille ominaisia piirteitä ovat muun muassa sen toiminnan voimakas yhteys tuotantoon ja sen hajanaisuus tuotannon ympärillä. Välivarastojen tulo- ja lähtöerät ovat taajuudeltaan ja kooltaan yhteneviä ja niitä ohjataan tuotantoon määritetty

erä koko. Näihin varastoihin on joissakin tapauksissa liitetty myös muita toimintoja, kuten mittauksia. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Tuotevarastolla tarkoitetaan varastotyyppiä, jonka tarkoituksena on säilyttää jalostusprosessit läpikäyneitä lopputuotteita. Tuotevaraston tuloerät voivat olla pieniä ja niitä on usein, kun sen lähtöerät ovat suuria ja niitä on taajaan. Näille varastoille onkin ominaista nimikkeiden suuri yksikkö hinta, niiden pieni materiaalin määrä ja herkkyyks materiaalin käsittelylle. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Tarvikevaraston tehtävänä on säilyttää tuotannon eri vaiheissa tarvittavia aineita ja tarvikkeita. Tällaisia artikkeleita voivat olla muun muassa polttonesteet, voiteluaineet, varaosat tai pakkaustarvikkeet. (Hokkanen ym. 2011, 127.) Karhunen ym. (2004, 303) jakavat tarvikevaraston vielä pienempiin osiin eritellen käytössä kuluvat tuotteet, kuten polttonesteet ja voiteluaineet, erilleen muista tarvikkeista.

Työvälinevarastossa säilytetään tuotannossa tarvittavia välineitä silloin, kun niitä ei sillä hetkellä tarvita. Työvälinevaraston nimikemäärät voivat olla suuria, mutta yksittäisiä nimikkeitä on vain muutamia kappaletta ja niiden on löydettävä nopeasti tuotannon tarpeisiin. Erikoisena puolestaan työvälinevarastoilla on niissä säilytettävien nimikkeiden huollontarve, kuten teroitusta ja terien vaihto. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Valmistuksesta aiheutuu aina sivutuotteenä jonkinlaista jätettä. Tällaista jätettä varten on hyvä olla oma varastonsa tuotantolaitoksen yhteydessä, jos jätettä syntyy paljon tai jätettä ei ole järkevää kuljettaa pois sitä mukaa, kun sitä syntyy. (Karhunen ym. 2004, 303–304).

Valmistukseen liittyvistä varastoista poiketen jakeluun liittyvät varastot sijaitsevat usein jakelureittien varsilla ja päätepisteissä. Nämä varastot palvelevat valmistusyrityksien lisäksi myös kuljetuksista vastaavia yrityksiä ja tuotteita myyviä kauppiaita sekä joissakin tapauksissa myös viranomaisia. Tällaisia varastoja ovat tukkuvarastot, myyntivarastot, turva- eli varmuusvarastot, terminaalivarastot ja tullivarastot. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Tukkuvarastot muistuttavat hieman tuotannon alussa sijaitsevia raaka-
 ainevarastoja ja ne toimivat valmistusyrityksien ja myynnin rajapinnassa. Niiden
 tuloerät ovat suuria ja harvoja, kun taas lähtöerät ovat pienempiä ja niitä on
 usein. Toimitusajat lähtöerissä ovat lyhyitä. Näiden varastojen nimikkeiden kirjo
 on suuri ja niiden säilytystilat monipuolisia huomiottaenerilaisesti tuotteiden
 suojaustarpeet. (Hokkanenym. 2011, 127.)

Myyntivarastot toimivat myyntipisteiden välittömässä läheisyydessä ja ne ovat
 erikoisia siinä määrin, että niiden automatisointi on usein kannattamatonta. Näi-
 den varastojen tuloerät ovat vaihtelevat kokoisia, mutta niistä lähtevät eräkoot
 ovat pieniä ja erittäin lähtee hyvin usein. Lähtöerien erikoisuuten myyntivarastoi-
 saon niiden ennakkotilauksen puute. (Hokkanenym. 2011, 127.)

Varmuusvarastojen tehtävä on tasoittaa yrityksen tuotteisiin kohdistuvia kysyn-
 täpiikkejä. Näin voidaan pienentää tai eliminoida kokonaan mahdollisia toimi-
 tushäiriöitä. Varmuusvarastojen nimikemäärä on usein pieni ja nimikkeitä on
 kappalemääräisesti paljon. Varastoidut nimikkeet liikkuvat hitaasti ja harvoin.
 (Hokkanenym. 2011, 127.)

Terminaalivarastot ovat varastoja, jotka toimivat kuljetusketjun alku-, väli- tai
 pääteasemina. Niissä säilytetään suuria määriä erikoisia ja -laatuisia tavara-
 eriä, joiden varastointiaika on hyvin lyhyt ja käsittely tehokasta. Varastonsisällä
 tavarat lajitellaan niille suunniteltujen kuljetusräiteitten mukaan ja liikenne varas-
 ton ulkopuolella on hyvin vilkasta. (Hokkanenym. 2011, 127.)

Tullivarastot ovat puolestaan varastoja, joiden toiminta pohjautuu täysin kussa-
 kin maassa voimassa oleviin tullisäädöksiin. Näitä varastoja on kunkin maan
 mukaan vain muutamia ja ne sijaitsevat lähes poikkeuksetta maiden raja-
 alueilla. (Hokkanenym. 2011, 127.)

4.2.4 Varastotoiminnot

Usein varaston rakennuttaminen ja sen käyttö perustellaan tarpeella parantaa valmiuksia toimittaa asiakkaan tarvitsemia tuotteita nopeammin. Varastoilla on kuitenkin muitakin käyttötarkoituksiakin säilyttää materiaalia tiettyssä pisteessä ja todellisuudessa valtaosassa varastoista suoritetaan paljon muita tehtäviä varastoinnin lomassa. (Heragu 2008, 18–19.)

Jokaisen varaston pääasiallinen tarkoitus on säilyttää jotakin yrityksen tarvitsemaa materiaalia väliaikaisesti. Jotta voitaisiin saavuttaa suurta tuotannon eduttuotannon, kuljetusten ja käsittelyn osalta, on lähes välttämätöntä säilyttää jotakin materiaalia, että voidaan ylläpitää toimituskykyä tarvittavalla tasolla tyydyttääkseen asiakkaiden tarpeet. (Heragu 2008, 18–19.)

Jotkin varastot lajittelevat ja uudelleen lähettävät tuotteita pienempinä asiakas-kohtaisina lähetyksinä. Tällaisissa tapauksissa kysessä on usein keskusvarasto, joka toimii yrityksen linkkinä tuotannon ja asiakkaiden välissä. (Heragu 2008, 18–19.) Asiakaskohtaisella lajittelulla kutsutaan usein keräilyksi. Keräilyä tarkastellaan tarkemmin seuraavassa luvussa.

Lajittelun ohella jotkin varastot voivat toimia myös asiakaspalvelukeskuksina, niiden luontaisen asiakasrajoituksen vuoksi. On vain loogista, että varasto, joka toimittaa asiakkaalle tuotteet, toimii myös asiakaspalvelu- ja tuotetukitehtävissä. Varaston yhteydessä voi olla esimerkiksi osasto, joka käsittelee palautuksia ja tuotteiden vaihtoja ja joissakin tapauksissa tekee jopa markkinatutkimusta. Tällaisia varastotoimintoja voinähdä muun muassa Japanissa. (Heragu 2008, 18–19.)

Eräs usein unohdettu varastotoiminto on tuotteiden ja materiaalien suojaaminen. Tuotteet ja materiaalit voivat tarvita suojaamista esimerkiksi lämmöltä, kosteudelta, valolta ja varkaudelta. Useilla varastoilla on hyvin kehittyneitä turva- ja vartiointijärjestelmiä ja tämä tekee niistä erinomaisia paikkoja säilyttää valmiita tuotteita. (Heragu 2008, 18–19.)

Joskus on myös tarpeen eristää vaarallisia ja haitallisia aineita sisältävät tuotteet ja raaka-aineet. Useita tällaisia aineita ei saa säilyttää tuotannon tiloissa, joten ne on siirrettävä niille yksilöityyn varastoon. Näin aineet säilyvät käyttötarkoitukselleen hyvässä kunnossa ja eivät ole vaaraksi ympäristölle eivätkä tuotannon työntekijöille. (Heragu 2008, 18–19.)

Monet varastot suorittavat myös lisäarvopalveluita, kuten pakkausta, asiakaskohtaista yksilöintiä, saapuvantavaran laadun valvontaa, tuotetestausta ja jopa joissakin tapauksissa kokoonpanotyötä (Heragu 2008, 18–19). Jotkut varastot myös laputtavat ainioivä tuotteita ja valmistavat asiakkaille lähetettäviä tuotepromootiotauluja (Gourdin 2001, 124). On selvää, etteivät tuotteiden tarkistaminen ja testaaminen tuolisä arvoa tuotteelle, mutta nekin voivat olla tarpeellisia toimintoja yritykselle itselleen (Heragu 2008, 18–19).

Inventointi voi myös kuulua varaston palveluihin. Varsinkin sesonkimyyntiin perustuvilla ja nopeasti vaihtelevilla markkinoilla toimivilla yrityksillä täytyy olla varmuusvarastoja, joilla tyydytetään myynnin äkillisen kasvun tuomaa hävikkiä varastoissa. Inventoinnilla tuotanto pysyy koko ajan tietoisena varaston tilanteesta, ja parhaassa tapauksessa myynnin katkeamista tuotteiden loppumisen takia ei pääsytymään. Varsinkin nopeasti vaihtelevilla markkinoilla toimivilla yrityksillä hävikki voi tulla myyntitappioiden tai asiakassuhteen päättymisen muodossa. (Heragu 2008, 18–19.)

4.2.5 Varaston ja varastopaikkojen järjestely

Tehtaissa ja jakelulaitoksissa, joissa tavaraa säilytetään joko prosessin osana tai käytännön syistä yli 24 tunti yhdessä paikassa, tulisi järjestää kirjausvarastojärjestelmään, jotta olisi mahdollista selvittää varastosaldon reaaliaikainen tilanne. Usein tällaisia lyhytaikaisia varastoja syntyy tuotannon eri vaiheisiin ja niitä kutsutaan joko välivarastoiksi tai käyttö- ja evavarastoiksi. (Sheldon 2004, 86, 97–98.)

Hyvä yleissääntö varaston järjestelyyn on pitää kaikki käytävättyhjänä tavarastajajätteestä. Siisteys nopeuttaa keräilyä ja varastoon tuodun tavaran hyllyttämistä ja näin ollen vähentää turhan työn määrää, kun työntekijän ei tarvitse väistellä eikä siirtää mitään tieltään. Kun jokaisella hyllylokerolla on oma osoite, sajalattiassa on paikatsiin säilytettävälle tavaralle, voidaan tavaraa käsitellä huomattavasti tarkemmin ja nopeammin. (Sheldon 2004, 87.)

Samalla, kun jokaiselle nimikkeelle osoitetaan sen paikka varastossa, tulisi ottaa huomioon sen tarvitsema tila ja tilan muutokset yrityksen toiminnan kehittyessä. Monissa tapauksissa kuormalavahyllystön yksittäiseen lokeroon varastoidaan useita eri nimikkeitä. Tämä kuormittaa keräilyjän toimintaa tarpeettomasti ja nimikkeiden ollessa samankaltaisia voi se vaikuttaa vakavasti keräilyn tarkkuuteen. Kyseisen ongelman ratkaisu voi olla niinkin yksinkertainen kuin rakentaa suurempaan lokeroon väliseinät ja -tasot, joilla pienemmät erät nimikkeitä voidaan lajitella tarkemmin. Tämä ratkaisu ei ole vain yksinkertainen, vaan myös edullinen ja parhaimmillaan parantaa huomattavasti myös kokonaistilavuuden käyttöä varaston sisällä. (Sheldon 2004, 88–89.)

Varastopaikkojen järjestelyyn on useita periaatteita. Ne kulkevat monilla eri nimillä ja niistä on vieläkin useampia variaatioita, mutta tässä yhteydessä käytetään Sheldonin niille antamia nimiä. Tässä työssä käsiteltävät periaatteet ovat tuotteelle omistettut varastopaikat, satunnaiset varastopaikat, alueelliset varastopaikat ja kultaiset alueelliset varastopaikat. Jokaisella paikoitusperiaatteella on hyvät ja huonot puolensa ja niihin on syytä tutustua, jotta voidaan löytää oikea tapa omaan yritykseen. (Sheldon 2004, 98–99.)

Nimikkeet, joita säilytetään aina samassa paikassa tai paikoissa kuuluvat tuotteelle omistettuun paikoitusperiaatteeseen. Jokaiselle on oma paikkansa -periaatetta noudattava toimintatapa on looginen ja helppo ottaa käyttöön. Omistetun varastopaikan etuna on se, että työntekijät tietävät aina, mistä tiettyä nimikettä tulee etsiä. Myös joissakin tapauksissa, kuten kemikaalien säilytyksessä on mahdollista vaihtaa käytössä olevaa säiliötä toiselle kemikaalille, jolloin käyttöön muodostuu paikoitusperiaate. Kyseisen periaatteen suuri heikkous on sen joustamattomuus tuotannon suhteen. Tuotannon eräkojen heilahdellessa tä-

mäperiaatesaattaa jättää turhiapaikkoja hylyihin tai pahimmassa tapauksessa kaikki tuotteet eivät mahdu varaston sisäpuolelle. Useissa yrityksissä tällainen joustamattomuus ei ole mahdollista. Omistettua varastointia käytetään usein välivarastoissa, joissa ei ole montaa erilaista tuotetta tai erikoisten ja suurten kappaleiden varastointiin. (Sheldon 2004, 99.)

Satunnaista varastopaikkaa hyödynnettäessä varastoon saapuvat tavara asetetaan ensimmäiseen tyhjään sijaintiin, johon se vain on mahdollista sijoittaa. Tätä järjestelyä suositetaan useissa varastoissa ja se on hyvin yleinen käytäntö kokeneiden varastonvalvojen käytössä. Hyötynä satunnaisen paikan käytössä on se, että varaston tyhjät tilat ovat aina käytössä. Tätä varastointiperiaatetta käytettäessä tyhjiin varastopaikkaan voidaan sijoittaa mikä tahansa tuote toisinkuineidellään mainitussa omistettujen varastopaikkojen periaatteessa. Näin varaston käyttöaste säilyy hyvänä ympäri vuoden. Satunnaisvarasto ei myöskään rajaa mitään ja kuinka paljon varastossa voidaan säilyttää niin kauan kuin varastonsisäinen kapasiteetti ei yllity. Materiaalivirran seuraamisen kannalta tällä periaatteella on etunaan myös varastopaikan nollaaminen jokaisen kerran, kun nimikkeet tyhjenevät. Tämä auttaa huomattavasti nimikkeiden kiertojen seurannassa. Huonona puolena satunnaisvarastoinnissa on sen tilan tarve. Jollei yrityksessä ole käytössä JIT-virtausta tai muupieniä eräkokoja suosiva menetelmä voi varastopaikoissa olla useita samoja nimikkeitä, joista yksi on loppumaisillaan jätöisessä paikassa odottaen täysinkoskematon erä. Tätä varastopaikointitapaa käytetään usein tehokkaissa keskusvarastoissa, mutta sen käyttöä yksin ei kannata rajata yhteenkään yksittäiseen varastomalliin tai yritykseen. (Sheldon 2004, 100–102.)

Satunnaisvarastoinnin yhteydessä usein käytetty alueellinen varastointi tarkoittaa sitä, että varasto on jaettu alueisiin, joiden sisällä säilytetään satunnaisvaraston tapaan määrättyjä tuotteita. Tätä tapaa käytetään usein parantamaan keräilyä tehokkuutta tai sitä käytetään olosuhteiden pakosta. Tietyt säilytysolosuhteet vaativat tuotteiden kustannussyistä järkevää säilyttämistä samalla alueella. Esimerkiksi kylmäsäilytystä vaativat tuotteet ovat kaikki samassa kylmävarastossa. Alueiden sisällä voidaan käyttää myös omistettun varastopaikan metodia, mutta sitä ei suositella käytettäväksi nimikkeiden kokojen ja muotojen vaihdel-

lessa suuresti. Etuna tällä varastopaikoituksella on keräilyn tehokkuus alueen sisällä, koska tiettyyn kokoonpanoon tarvittavat nimikkeet sijaitsevat yhdellä alueella. Työntekijät löytävät tuotteet helposti myös tätä metodologiaa käytettäessä samoin kuin tuotteille omistetuilta varastopaikoilta. Alueellisella varastopaikoituksella ei juuri ole heikkouksia, jos se on toteutettu oikein ja satunnaisella varastopaikoituksella. Alueen sisäinen joustavuus voi kuitenkin olla ongelma tuotannon suurempien heilahdusten kohdalla, mutta tässä tapauksessa riskit ovat etujen arvoiset. Alueellista varastointia suositellaan käytettäväksi, jos nimikkeiden säilytys vaatii erikoisolosuhteita, taikun nimikkeitä keräillään suuria määriä useissa erissä. (Sheldon 2004, 102–103.)

Kultailla alueilla Sheldon (2004, 103) tarkoittaa alueellisen metodin soveltamista vieläkin tarkempaan jaotteluun. Tässä tapauksessa nimikkeet, jotka ovat jo jaettu alueisiin, jaetaan tarkemmin niiden keräily- ja varastointitapahtumien mukaan. Kultaisten alueellistaminen pystyy parhaiten kattamaan suuren osan varaston paikoitustarpeista. Jaottelu tehdään niin, että ergonomisesti helpoimmat sijainnit määrätään suurimpien keräilytiheyksien nimikkeille ja harvemmin tarvittu nimikkeet hieman näiden optimaalisten alueiden ulkopuolelle laskevassa järjestyksessä. Huomion arvoista on, että tätä varastopaikoitusta käytetään päivittäistavarakaupoissa. Esimerkiksi maidot ovat aina liikkeen perällä, kasvikset ja hedelmät sisäkäynnillä ja karkit lasten käsien ulottuvilla kassojen lähetyvillä. Kultaisten alueiden edut ovat samat kuin alueellisella paikoituksella, mutta sen keräilytoiminnot ovat entistäkin tehokkaammat. Ergonomian ollessa osa paikoitusta saadaan etua myös työntekijöiden tehokkuudesta ja laitteiden käytön tehostamisesta. Joustavuus voi koitua myös kultaisten alueiden kohtaloksi, jos suunnittelussa ei oteta huomioon tarvittavia ajo-ustojen varastointitarpeessa. Oikein suunniteltu ajatoteutettuna se on myös riskien arvoinen ja ehdottomasti yksi parhaista varastointiperiaatteista. (Sheldon 2004, 103–105.)

4.3 Materiaalinkäsittely

Kuten logistiikalle, myös materiaalin käsittelyllä on lukuisia määritelmiä. Bardi, Coyle ja Langley (2003, 682) määrittelevät sen materiaalien lyhyiden matkojen

liikuttamiseen varastoalueen sisäpuolella. Yhdysvaltalainen Material Handling Industry of America (2012) määrittelee sen huomattavasti laajemmin seuraavasti: Materiaalin käsittely on tuotteen ja sen osien kuljetusta, varastointia ja suojaamistaniidenkulkiessaläpituotannon, jakelun, kulutuksenjähävittämisen eri vaiheista. Pääpaino on kuitenkin toimintatavoilla, mekaanisilla apuvälineillä, järjestelmillä ja niiden ohjauksilla, jotta yllämainitut toiminnot voidaan suorittaa mahdollisimman tehokkaasti. Itse varastointi ei siis ole materiaalin käsittelyä (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 139). Tämän työnyhteydessä materiaalin käsittelyllä tarkoitetaan kuitenkin varastointia ja sen välittömässä läheisyydessä tapahtuvaa materiaalin liikuttamista. Työssä ei kiinnitetä huomiota liikuttamisen tarkoitukseen.

Materiaalin käsittely jakautuu kymmeneen peruskäsitteeseen. Nämä kymmenen käsitettä ovat suunnittelu, vakiinnuttaminen, työergonomia, yksikkökuorma, tilan käyttö, järjestelmä, automaatio, ympäristö ja elinkaari. (Material Handling Institute 1999.)

Materiaalin käsittelysuunnitelma on ennalta määrätty toimintasuunnitelma, joka kertoo, mitä materiaalia liikutetaan, mihin sen tulisi siirtyä ja millä tavalla siirtyä kohteeseensa. Että suunnitelma olisi onnistunut, katsotaan siihen tarpeelliseksi sisällyttää myös työn suorittajien näkökulmia, sen hetkisiä toimintatapoja ja -ympäristöjä ja sen tulisi olla tarpeeksi joustava, että se antaa mahdollisuuden mukautua nopeisiin muutoksiin. (Heragu 2008, 2.)

Vakiinnuttamisella tarkoitetaan toimintatapojen, käytettyjen järjestelmien, apuvälineiden ja ohjaustapojen yhdenmukaistamista. Tämä helpottaa työntekijöiden toimintaa ja selkiyttää materiaalin käsittelyprosesseja. Yhtenäisten toimintatapojen ja apuvälineiden löytämiseen voi kulua paljon aikaa ja niiden sovittaminen joustavaan ja modulaariseen toimintaympäristöön on suunnittelijalle haastavaa. (Heragu 2008, 2.)

Työllä tarkoitetaan tässä yhteydessä manuaalisia työnsijastuotteentaimuun materiaalin virtausaikaajajasen liikematkan tuloa varastossa. Työn määräntulisi olla mahdollisimman pieni ilman, että tuottavuudesta ippalvelutaso kärsii siitä. Tä-

hän tilanteeseen voidaan päästä muun muassa minimoimalla tai eliminoimalla tarpeettomat siirrot, jolloin esimerkiksi varastomies vie kappaleita varastoon ja tuo samalla matkalla jotakin tarvittua käsittelyyn. Työn määrää voidaan myös pienentää jaysinkertaista tehokkailla layout-ratkaisulla ja -menetelmillä. (Heragu 2008, 2–3.)

Ergonomian tarkoituksena on pitää materiaalin käsittelyn vaiheet turvallisina ja tehokkainatunnustamalla ihmisen fyysiset kyvyt ja rajoitukset (Heragu 2008, 4). Ergonomiaa käsitellään myöhemmin tässä työssä tarke mmin.

Yksikkökuormalla tarkoitetaan kuormaa, jota voidaan kuljettaa ja säilyttää yhtenä kokonaisuutena riippumatta siihen sisältyvien yksittäisten osien lukumäärästä. Kun materiaali virrassa liikutaan tällaisiä kuormia, on syytä ottaa huomioon muun muassa seuraavia asioita: Kuormien käsittely yksikkökuormina on helpompaa kuin useamman yksittäisen kappaleen käsittely, mutta suuremmat yksikkökuormat eivät välttämättä takaa tehokkuutta. Materiaali voi muuttua olo-muotoaan ja menettää tai saada lisää painoa sen edetessä tuotannon eri vaiheissa. Huomionarvoista on myös pienen yksikkökuorman etu tuotannossa. Pieni erä koko tuo tuotantoon joustavuutta, virtausta ja se tukee Just-In-Time-periaatteella toimivaa toimituskulttuuria. (Heragu 2008, 4–5.)

Tilankäyttö on niin tuotannon kuin myös materiaalin käsittelyn kannalta oleellisen käsite. Hyvä materiaalin käsittelyjärjestelmä hyödyntää kaiken sille järjestetty tilan ja välttää epäjärjestystä. Lattioille sijaitetut tavarat jätetään kuormatut käytävät lisäävät käsittelytyötä ja tarpeetonta liikematkaa. Tilan tulisi kuitenkin olla tasapainossa luoksepäästävyyden ja varastointitiheyden suhteen. Luoksepäästävyys on tärkeää lyhyen varastointiajan omaaville tuotteille, mutta pitkään varastoitaville tuotteille varastoinnin tiheys on huomattavan tärkeää. (Heragu 2008, 5–6.)

Järjestelmällä tarkoitetaan tässä yhteydessä toisistaan riippuvaisista ja keskenään interaktiivisesti toimivista kokonaisuuksista koostuvaa kokoa. Tällaiseen yhtenäistettyyn järjestelmään on sisällytettävä kaikki toiminnot, jotka tuke-

vat materiaalin käsittelyä tuotantolaitoksen sisä- ja ulkopuolella tuotannon ja jakelunkaikkialla-alueilla. (Heragu2008,6–7.)

Materiaalin käsittelyssä automaatiolla tarkoitetaan sähkömekaanisten, elektronisten ja tietokoneellakäytettävien apuvälineiden käyttöä, jolla voidaan hallitua ja ohjata useita päällekkäisiä tuotanto- ja palvelutoimintoja. Tällaisilla automaattisilla laitteilla ja järjestelmillä on usein ohjelmoitavat toiminnot ja ne kykenevät suorittamaan työnsä itsenäisesti tai lähes itsenäisesti loppuun saakka. Automaattisen materiaalin käsittelyjärjestelmät ovat suhteellisen kalliita, mutta ne ovat myös kustannustehokkaita varastoratkaisuja. (Heragu2008,8.)

Ympäristölliset seikat tulee ottaa materiaalin käsittelyssä huomioon varsinkin, kun käsitellään vaarallisia tai haitallisia aineita, mutta myös pelkän käsittelyn sivutuotteena voi syntyä ympäristöä kuormittavia jätteitä. Näille sivutuotteina syntyville jätteille täytyy olla kierrätys- tai hävityssuunnitelma ja esimerkiksi kuormapakkaukset ja -lavat tulisi suunnitella biohajoaviksi tai uudelleen käytettäviksi. (Heragu2008,8.)

Elinkaariajattelulla selvitetään jokaiseen tuotteeseen käytetyn rahan määrä. Käytettyä rahaa seurataan ensimmäisestä tuotteeseen käytettävästä Eurosta tuotteen suunnittelussa ja valmistuksesta, aina tuotteen hävitykseen tai sen korvatuksi tulemiseen asti. Tällä ajattelulla saadaan siis selville muun muassa tuotteen toiminnallinen ja valmistuksellinen aika, siihen käytetyt resurssit ja korvattavuuteen liittyvät seikat. (Heragu2008,8.)

Nämä kymmenen käsitettä ovat oleellisia sisäistää materiaalin käsittelyä suunnitellessa ja toteutettaessa. Useimmat käsitteistä ovat laadullisia tekijöitä ja edellyttävät teollisuudessa työskentelevältä insinööritä paneutumista niihin analyysoimassa, suunnitellessa ja toteutettaessa toimivaa järjestelmää. (Heragu2008,8.)

Huomion arvoista materiaalin käsittelyssä on sen vaikutus tuotteisiin. Huonosti järjestetty tai toteutettu käsittely voi aiheuttaa tuotteisiin huomattavia vahinkoja, joka puolestaan aiheuttaa lisäkuluja monella eri tavalla. Materiaalin käsittelyn

ollessa yksi logistiikan kalleimmista osa-alueista näitä kuluja olisi syytä välttää kaikin keinoin. Yksinkertaisin keinolienee välttää kaikkein ylimääräistä käsittelyä eli esimerkiksi varaston sisäisiä siirtoja. Mitä vähemmän tavaraa käsitellään, sitä pienempi riski on tuotteiden vahingoittumisella. Näin myös varaston työ- määrävähenee jatehokkuus kasvaa. (Bowersox ym. 1996, 32–33.)

4.4 Keräily

4.4.1 Mitä on keräily?

Keräilyprosessi aloittaa asiakastoimituksen varastointitasolla. Keräilyn tavoitteena on lajitella asiakkaalle lähetettävät tuotteet yhdeksi lähetykseksi, mutta keräilyä voidaan suorittaa myös yrityksen sisäisen toiminnan tehostamiseksi. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 378–379.) Keräilymenetelmät voidaan jakaa kahteen pääryhmään, jotka määräytyvät sen mukaan, tuleeko keräiltävät tavara keräilijän luokse vai liikkuuko keräilijä tavaran luokse. (Karhunen ym. 2004, 378–379.)

Automaattisissa varastoissa ja osittain automatisoiduissa varastointijärjestelmissä tavara tulee useimmiten keräilijän työpisteeseen, josta keräilijä lajittelee tuotteet asiakaskohtaisiin lähetyskeskuksiin. Osa automaattisista varastoista kykenee lajittelemaan tuotteet ilman ihmiskeräilijää ja näin ollen työntekijän tehtäväksi jää tarkastaa lähetys ja lähettää se pakkaamoon tai suoraan asiakkaalle. Tämän keräilytyypin etuna on ergonomiasuunnittelun yksinkertaisuus. Ergonomiset asetukset ovat huomattavan paljon yksinkertaisempia saada osumaan kohdalleen, kun työntekijällä on vain yksi työpiste. (Karhunen ym. 2004, 378–379.)

Yleisin keräilytyyppi on kuitenkin keräilijän liikuttaminen tavaran luokse. Tämä pääryhmä voidaan jakaa kahteen erilaiseen alaryhmään tavaran liikuttamisen mukaan. Ensimmäisessä ryhmässä ovat keräilymenetelmät, joissa keräilijä kerää tavara jonkinlaiselle kuljettimelle, joka puolestaan vie keräillyt tuotteet pakkaamoon tai muuhun loppupisteeseen. Tässä muodossa keräilijä hallinnoi hänelle määrättyä osa-aluetta varastosta, joten hän oppii tuntemaan tuotteet hyvin ja

keräilyn tarkkuus näin ollen paranee. Toiseen ryhmään lajitellaan keräilymenetelmät, joissa keräilijä liikkuu tai liikuttaa tavaraa esimerkiksi trukilla, hissillä tai kävellen. (Karhunen ym. 2004, 378–379.)

Bragg (2005, 200–201) kehottaa harkitsemaan keräilylistan ja keräiltävien tuotteiden määrää keräilijää kohti. Tehottomimmaksi tavaksi keräillä on havaittu yhden keräilylistan jakaminen keräilijää kohti. Tässä keräilijä lähtee varastoon noutamaan tiettyyn tilaukseen tarvittavia osia ja tuo ne tarvittuun jatkopisteeseen. Kun keräilijä kerää tuotteita useampaan tilaukseen kerrallaan, tehostuu ajankäyttö ja työn määrä varastossa. Näin kuitenkin päästään keräilytapahtuman jälkeiseen ongelmaan, jossa keräilyttävät tuotteet tarvitsee eritellä tilauskohtaisesti. Tämän ongelman muodostumista voidaan estää keräilemällä useampaan laatikkoon tai säiliöön, mutta keräilijän työn tarkkuus voi johtaa osien joutumiseen väärään laatikkoon ja aiheuttaa turhaa työtä atk-käsittelyssä.

Karhunen ym. (2004, 378–379) mukaan tehokas keräily edellyttää varastolta selvästi merkittyjä varastopaikkoja ja -alueita ja niihin sopivien reittivalintojen tekemistä. Heidän mukaansa keräilyreitit valitaan useimmiten niin, että reitin alkupuolelle sijoitetaan suurimman ottotiheyden omaavat tuotteet. Tällä välletään keräilymatkojen kasvamista ja varaston työn määrän turhaa kasvua, koska keräily voidaan lopettaa jo reitin alkupuolelle. He kuitenkin korostavat, että ottotiheyksiä ei ole ainoa valinta peruste keräilyreiteille. Painavien tavaroiden sijoittaminen reitin alkupäähän ja helposti särkyvien tai vahingoittuvien tuotteiden sijoittaminen loppupäähän on suotavaa, koska painavien tavaroiden kerääminen kevyiden ja särkyvien tuotteiden päälle voituodattaa ne vahingoittaviksi. Tehokasta keräilyä ajatellen huomion arvoista on myös keräilyn osuus varaston kokonaiskustannuksista. Noin 50–75% varaston kustannuksista syntyy keräilystä, joten toimintojen tehostamisella on hyvä taloudellinen peruste tuottavuuden kehittämisen lisäksi. (Aase & Petersen 2004.)

Kun yrityksellä on käytössään tarkka osoitejärjestelmä ja tehokas keräilyreititys, voidaan tietojärjestelmästä tulosta keräilylista, jossa on keräiltävät tuotteet keräilyreitien mukaisessa järjestyksessä. Tämä on välttämätöntä, jos halutaan suunnitella mahdollisimman tehokas keräilyprosessi. Toinen keräilyprosessin

suunnittelun tärkeä periaate on, että jokaista hylläyväleissä liikuttua matkan yksikköä kohden keräiltyjä tuotteita on mahdollisimman paljon. Tätä periaatetta toteutettaessa on yleistä, että keräilijä kerää useamman asiakkaan tilaustayhtä aikaa. Kolmas tärkeä suunnittelulähtökohta on järjestelmän muunneltavuus ajankohtaisen menekin mukaan. Kun oletetaan että yritykset myyvät sesonkituotteita useamman sesongin ajan, on keräiltävissä tuotteissa mahdollisesti suuriakin muutoksia ja keräilyreittien tehokkuus on pystyttävä pitämään hyvänä myös menekin muuttuessa. (Karhunen ym. 2004, 378–379.)

4.4.2 Yleisimmät keräilyhyllityypit

Yleisin hyllityyppi pientenosien keräilyä ajatellen on perinteinen pientavarahyllä eli metallirakenteinen hyllä, jonka tarkoituksena on säilyttää materiaalilaatikoita. Tällaiset hyllit ovat hyvin edullisia, niitä on helppo muuttaa tarpeen mukaan ja ne tarvitsevat vain minimaalista ylläpitoa. Pientavarahylläjen edullinen hankinta voi kuitenkin kostausta sen käyttökustannuksilla ja tilan käytön tehokkuudella, koska hyllistä kerätään käsin ja niiden korkeutta näin ollen rajoittaa ihmisen fyysiset rajoitukset. Korkeutta rajoittamalla lisääntyy tarvittava alatiipinta-ala ja tämä taas lisää työn määrää varastossa keräilijän liikkumismatkan kasvaessa. (Frazelle 2002, 128–129.)

Modulaariset vetolaatikostot ovat erinomainen tapa säilyttää pieniä nimikkeitä, joita ei varastoida yhdessä kohteessa suurina määrinä. Laatikostoja saa aivan pientavaroidensa säilytykseen suunnitelluista mallista aina neljän sadan kilon kantavuuteen asti ja niiden sisäpuolen lokeroitonta ei yleensä käyttäjän muokattavissa. Vetolaatikoston pääasiallinen hyöty pientavarahyllästä nähdessä on se, että pienellä alueella voidaan keräilijälle asettaa näkyviin todella paljon nimikkeitä, jolloin keräilyyn käytetty matka jää lyhyeksi. Yhteensä vetolaatikkoon voidaan mahtua jopa sata erilaista nimikettä, joka tarkoittaa käytännössä sitä, että yksi suurilaatikosto vastaa useamman metriä perinteistä pientavarahyllää. Muita vetolaatikoston hyötyjä ovat muun muassa sen keräilytarkkuus ja niissä olevien tuotteiden suojaaminen. Vetolaatikostot ovat usein noin kymmenen kertaa kalliimpia hankki kuin pientavarahyllät ja ne tarvitsevat ajoittaista ylläpitoa. Koska

laatikostonhinnan ja säilytystilansuhde on näinkin kallis, on suositeltavaa käyttää vetolaatikoita silloin, kun ylimääräistä tilaa varastointiin on erittäin vähän, tai kun nimikkeitä on tarkoituksen mukaista suojata luvottomalta käytöltä. (Frazelle 2002, 129–130.)

Läpivirtaushyllyt ovat hyllyjä, joissa hyllytasot on korvattu pieneen laskevaan kulmaan asetetuilla rulla-taaliukuradoilla. Näitä hyllyjä käytetään usein, kun keräiltävä materiaali on ennalta määrätyn kokoisissa laatikoissa tai pakkauksissa. Hyllyn toiminta periaate on, että hyllyn syötetään keräiltävää tavaraa yhdeltä puolen, josta se virtaa tai pikemminkin liukuu keräilykäytävän puolelle. Tämä toimintamalli takaa First-In-First-Out-periaatteen (FIFO) käytön keräilyssä. Läpivirtaushyllyjä saa pientavarahyllysten tapaan suhteellisen edullisesti ja nekin tarvitsevat vain minimaalista ylläpitoa. Koska läpivirtaushyllyssä laatikot ovat peräkkäin, on muistettava sijoittaa hyllyn vain ne nimikkeet joita tuotetaan niin monta laatikkoa kuin hyllyn on mahdollista sijoittaa. Näin vältetään hukkatilan muodostumista hyllytyskäytävän puolelle. (Frazelle 2002, 130–131.)

Manuaalisesti suoritettavassa keräilyssä ihmisen fyysiset rajoitukset rajoittavat keräilyhyllysten korkeutta ja näin ollen varastotilankäytön pystysuunnassa. Tätä pystysuunnassa syntyvää hukkatilaa voidaan hyödyntää ottamalla käyttöön puoli- eli välikerros tai useampia kerroksia. Jo yhden välikerroksen lisääminen keräilyalueelle lähes kaksinkertaistaa lattiapinta-alan hyötykäytön. Välikerroksen käytössä ongelmaksi muodostuu kuitenkin useassa tapauksessa hyllysten täyttö. Keräilyntoteutustulisi suunnitella alueellisesti tieteneväksi ja kaikinopeasti liikkuvaa ja usein tarvittava materiaali tulisi kinsijoittaa alimpaan kerrokseen. Tämän ja ottelun työkaluna voidaan käyttää muun muassa ABC-analyysia. (Frazelle 2002, 131–132.) Työskentelyä ylemmissä kerroksissa voidaan tehostaa käyttämällä nk. trukkiporteja tasojen kaiteissa tai kuormalavahissejä, joiden avulla hyllytettävä tavara saadaan nopeasti ja helposti muihinkin kerroksiin. (Karhunen ym. 2004, 338–339).

Yllämainittujen hyllityyppien lattiapinta-alan käyttöä voidaan parantaa käyttämällä liikkuvaa hyllyrakennetta. Tällaisessa järjestelmässä hyllyt on sijoitettu kiskojen päälle ja niitä voidaan liikuttaa yhtenäisenä pakettina ja avata vain ha-

luttu hyllyväli. Hyllyjen liikkeet suoritetaan kevyempien hyllyrakenteiden ollessa käytössä usein käsin ja raskaampien hyllyjen kanssa sähkömoottorilla. Tämän toimintamallin huonopuolion hyllyjen liikuttamisesta en kuuluva aikajäsentä kiasen käyttöä ei suositella kuin erittäin hitaasti liikkuville tuotteille. (Frazelle 2002, 132–133.)

4.4.3 Muut keräilynapuvälineet

Yleinen tapaparanta alatiipinta-alan käyttöä keräilyssä on hyödyntää nk. pystykarusellia eli paternosteria (kuva 1). Paternosteri on erittäin varteenotettava vaihtoehto keräilyjärjestettäessä sen nimiketiheyden ja keräilynopeudentakia ja tämän saa hyvin pienellä lattiapinta-alan uhrauksella (Rogers 2010). Paternosterit ovat pystysuunnassa toimivia karuselleja, joiden hyllytasot kiertävät ketjuvetoisesti paternosterin sisällä. Tällaisessa karusellissa kaksi hyllytasoa on ainaperäkkäin, mutta ne saadaan kelaamalla kerääjän ulottuviin. Näin säästetään huomattavasti hyllytilaa, koska paternosterit voidaan rakentaa jopa kaksikymmentä metriä korkeiksi. Paternostereita käytetään niin pitkälle tavarakuini lava- ja pientavarakuini. Yhtenä suurimmista eduista karusellien käytössä on jatkuva ergonominen työskentelyasento, koska haluttu tavara tulee aina tietylle korkeudelle. Paternostereita ohjataan usein käsin säilyttämällä haluttu varastopaikka suoraan ohjaimeen, jolloin karusellituokeräilijän ulottuville tilatun hyllyn. Ohjaus voidaan suorittaa myös tietokoneelta, jolloin keräilijä listan tulosta esisaankäynnistää myös paternosterien kiertoliikkeet halutuille tasoille. (Karhunen ym. 2004, 360–362.)



Kuva1.Pystykaruselli paternoster(EllisSyste ms2012)

Paternostereilla voidaan päästä jopa 85 prosentin tilan säästöihin verrattuna yleisiin pientavara- ja keräilyhyllyihin. Sillä voidaan vähentää työn määrää aina 65 prosenttiin saakka ja peukalosääntönä pidetään sitä, että yksi paternoster vastaa noin viittä keräilyä keräämässä tuotteita normaaleista pientavarahyllyistä. (Rogers 2010.)

Pienten nimikkeiden ja suurten erien kappale lukumäärä tarkistaminen keräilyn yhteydessä suoritetaan usein vaakojä hyödyntäen. Vaa’alla voidaan nopeasti saada esimerkiksi aluslevyjen tai pienten ruuvien lukumäärä selville, kun vaihtoehtoisesti niiden laskeminen käsin olisi hidasta ja virheille altista ja laskemisen koneella tarpeettoman kallista. Vaakojä voidaan käyttää myös pituusmitalla tai tilavuudella mitattavan tavaran varastokirjanpidon helpottamiseen. (Sheldon 2004, 91.)

Keräily voidaan suorittaa keräilykärryn (kuva 2), jota työntekijä liikuttaa varastossatarpeen mukaan. Keräilykärryn keräillään useinyhtä tilaustakerrallaan ja keräilyn päätyttyä koko kärri viedään joko kokoonpanoon tai pakkaamoon jatkokäsittelyä varten. Keräiltäessä useita pienempiä tilauksia samaan kärriin tarvitaan jo varaston sisäistä jatkokäsittelyä, jos satilaukset eritellään toisistaan. (Sharp 2008, 6.) Keräilykärri voituoda sujuvuutta keräilyyn jossa tarvitaan suuria määriä pieniä osia, kun kärriin mukana kuljetetaan kannettavaa vaakaa. Vaa’an vuoksi keräilijän ei tarvitse poistua keräilyhyllyn luota eikä hyllystöihin tarvitse tehdä tarpeettomia tasoja vaa’alle ja näin työ nopeutuu ja tehokkuus paranee. (Bragg 2005, 201.)



Kuva2.Keräilykärry.(Kuva:KimMervasto.)

Keräiltäessä suuria tai hankalasti käsiteltäviä kappaleita, joihin keräilijä joutuu käyttämään molempia käsiään, olisi syytä harkita vaihtoehtoisen kirjauksen käyttämistä. Käsien tehtävillä kirjauksilla vastaavissa tilanteissa tapahtuu usein unohduksia ja virheellisiä kirjauksia, koska keräilijällä ei ole mahdollisuutta kirjata tuotetta heti tapahtuman yhteydessä. Tähän ongelmaan on käytössä puheohjattu keräilymenetelmä, jossa keräilijällä on kuulokemikrofoni, josta hän saa tiedon keräiltävästä tuotteesta, ja johon hän kuittaa keräilemänsä tuotteet. (Bragg 2005, 201–202.)

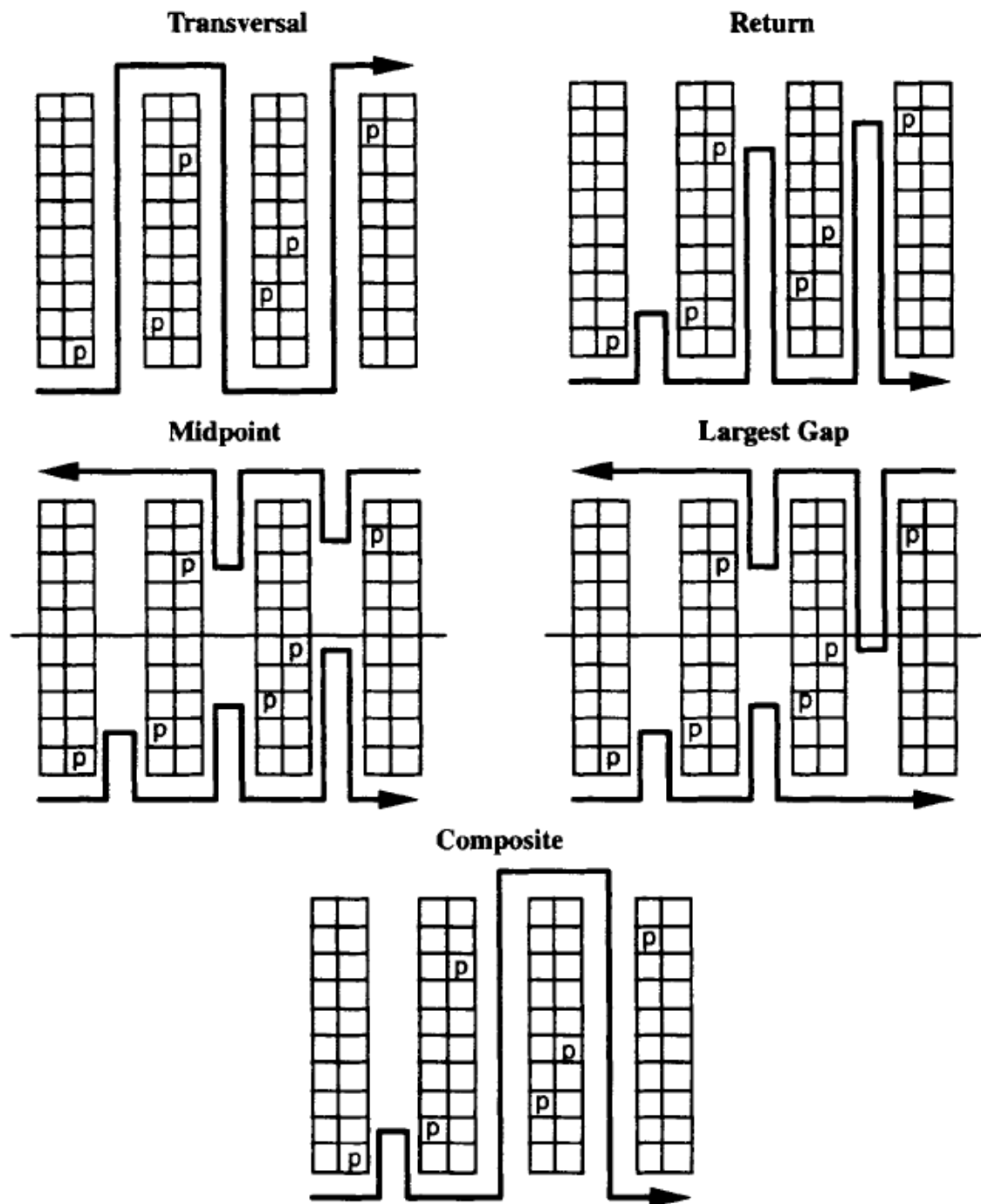
Yrityksissä joissa keräilytapahtumia on suuria määriä, kannattaa harkita nk. pick-to-light-järjestelmän eli valo-ohjatun keräilyjärjestelmän käyttöönottoa. Valo-ohjaus perustuu sähköiseen varastojärjestelmään, josta keräilypyynnöt lähtevät suoraan hyllystöihin. Hyllypaikoilla on matkapienetnäytöt, joihin keräilypyynnön tullessa syttyy huomiovalo ja näyttöön ilmestyy keräiltävien tuotteiden lukumäärät. Näin keräilijä näkee jo matkan päästä mitä kappaleita hänen tarvit-

seekerätäjakuinkamontakappaletta. Kunkappalee tonpoimittu, keräilijäkuittaa tapahtuman näytössä olevasta painikkeesta ja järjestelmä kirjaa tapahtuman varastosaldoon. Valo-ohjaustoimii erityisen hyvin yrityksissä, joissa keräilään pienikokoisia animikkeitä laatikoista aierillisistä hyllypaikoista. (Bragg 2005, 202.)

4.4.4 Keräilyreitit

Keräilyreitteihin janiidentehokkuuteen on kiinnitetty huomiota jo vuosikymmenten ajan. Reititystapaa harkitessa tulee huomioon ottaa tuotteiden sijoittelu varaston sisällä, hyllyjen sijoittelu ja keräilijän liikkumistapa varastossa. (Aase & Petersen 2004.)

Keräilyreitien tarkoituksena on määrittää tilauksen tuotteiden keräilyjärjestys ja keräilijän kulkema reitti varastossa mahdollisimman tehokkaaksi kuhunkin varastoon. Useimmiten reitit määrittyvät heuristiikan kautta, mutta saatavilla on myös monimutkaisia optimointikaavoja. Optimointikavojen tuloksina saatavat reitit voivat olla huomattavasti tehokkaampia kuin heuristiikalla saadut, mutta reitit ovat usein sekavia ja hankalia muistaa. (Aase & Petersen 2004.) Kuvassa 3 on kuvattu useita erilaisia reititysmahdollisuuksia yksinkertaisessa varastomallissa. Neljä ensimmäistä reittiä ovat yleisessä käytössä useimmissa yrityksissä, joissa keräilyä tehdään, ja ne kaikkiperustuvat heuristiikkaan. Viides reitti on yhdistelmä heuristisia menetelmiä. Kuvassa perkirjaimet kuvaavat keräilykohteita. (Petersen & Schmenner 1999.)



Kuva3.Keräilyreititys(Petersen&Schmenner1999)

Yksinkertaisin ja eniten käytetty reittivalinta on varaston leikkaavareitti (kuva 3, transversal), jossa keräilijä kulkee jokaisen hyllyn välin loppuun ennen seuraavaan väliin siirtymistä (Petersen & Schmenner 1999). Tämä reittivalinta tuottaa hyviä tuloksia kun hyllykäytävillä on suuria määriä keräiltäviä kohteita (Aase & Petersen 2004).

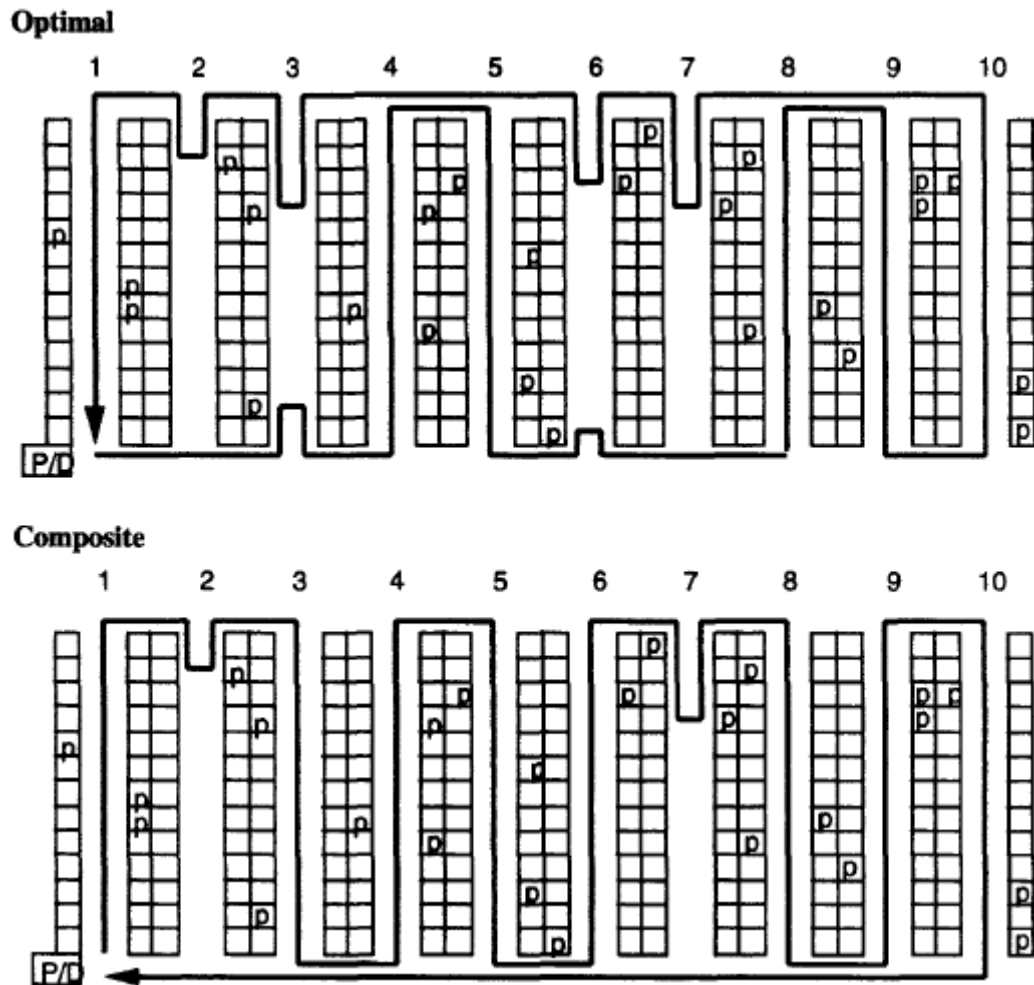
Paluureitityksen (kuva 3, return) toimintaperustuu siihen, että keräilijä käy vain niissä hyllyväleissä, joissa hänellä on keräiltäviä kohteita. Keräilijä palaakuitenkin aina takaisin samaa kautta ja tämä voi lisätä suuriakin määriä tarpeetonta matkaakeräilijäntyöhön. (Petersen & Schmenner 1999: 9.)

Puolivälireitti (kuva 3, midpoint) toimii kuten paluureititys ja keräilijä palaa aina samaa kautta, mistä on hyllyväliin tullut. Tällä toimintatavalla varasto kuitenkin jaetaan kahtia ja keräilijä etenee kerrallaan vain hyllyvälin puoleen väliin saakka, vaikkatoisella puoliskolla olisi keräilykohteita. Keräilijä vaihtaa keräilypuolta vasta viimeisessä hyllyvälissä, josta hän kävelee läpi ja aloittaa viimeisten kohteiden keräilyn. Alkuperäiselle puolelle varastoatöntyöntekijä palaavasta, kun hän saavuttaa ensimmäisen hyllyvälin. (Petersen & Schmenner 1999.)

Esimerkki monimutkaisemmasta heuristisesta reitityksestä on suurimman välimatkan reititys (kuva 3, largest gap). Tätä reittiä käytettäessä keräilijä määrittää keräiltävien kohteiden, alkukäytävän ja ensimmäisen keräiltävän kohteen tai paluukäytävän ja viimeisen kohteen suurimman välimatkan ja käyttää sitä ohjeenatoimiessaan kuten puolivälireitityksessä. (Petersen & Schmenner 1999.)

Yhdistelmäreitityksessä (kuva 3, composite) keräilijä käyttää leikkaavaa reittiä yhdessä paluureitityksen kanssa minimoidakseen vierasteiden käytävien keräilykohteiden välisen matkan. Esimerkiksi kuvantapauksessa on viisaampaa käyttää paluureittiä ensimmäisellä käytävällä, muttatoisella ja kolmannella käytävällä reitti on lyhyempi, jos keräilijä kulkee neläpialaamisen sijaan. (Petersen & Schmenner 1999.) Aase ja Petersen (2004) havaitsivat yhdistelmäreitityksellä on mahdollista päästä lähes optimaaliseen tulokseen ilman matemaattisia kaavoja.

Optimoimalla saadut reitit ovat jonkin verran tehokkaampia ja lyhyempiä kuin heuristisestimääritetyt reitit. 1980-luvun alkupuolellareititystätutkineet Ratliff ja Rosenthal kehittivät kaavan työntekijöiden optimaaliseen reititykseen suorakaitteenmuotoisessavarastossa (kuva 4). (Petersen & Schmenner 1999.)



Kuva 4. Esimerkki optimi-jayhdistelmäreitistä (Petersen & Schmenner 1999)

Kuvan 4 mukaisissa reiteissä on vain 3,3 % erokuljettavissa matkoissa. Tutkijoiden mittaamat matkat olivat optimoidulle reitille 552 jalkaa (168,25 metriä) ja heuristiselle yhdistelmäreitille 570 jalkaa (173,74 metriä). Tässä tapauksessa optimoitu reitti on yhdistelmä läpikulku- ja suurin välimatka-heuristiikoita. Optimoidun reitin ongelmana on sen epäluonnollinen järjestyskeräilijälle, koska hyllyväleissä ei käyda järjestyksessä. Tästä voidaan tehdä johtopäätös, että heuristisilla valinnoilla voidaan päästä lähes samaan lopputulokseen uhraamatta reitin selkeyttä. Heuristiset reitit ovat myös helpommin opittavissa, joten niiden käyttöönottoon helpompaa myös uusien, kokemattomien työntekijöiden osalta. (Petersen & Schmenner 1999.)

4.5 Tuotteidenluokittelu

4.5.1 Pareton-jakauma

Ehkä liike-elämän tunnetuin sääntö on nk. Pareton-jakauma tai Pareton laki, jonka mukaan 20 prosenttia yrityksen tuotteista muodostaisi 80 prosenttiä yrityksen myynnistä tai iettä 20 prosenttia yrityksen asiakkaita toisi 80 prosenttia sen mynnistä. Tämän säännön isä, Vilfredo Pareto, oli 1900-luvun alkupuolella vaikuttanut italialainen kansantaloustieteilijä. Tutkiessaan Italian maanomistussuhteita hän teki huomion, että noin 80 prosenttia maa-alueista kuului vain noin 20 prosentille italialaisista. (Bardi ym. 2003, 208; Parmenter 2007, 15.)

Jakaumaa voidaan soveltaa useisiin asioihin myös liike-elämän ulkopuolella, mutta on tiedostettava tämän lain olevan enemmän ohjenuora kuin tarkka arvio yrityksen tuotteista ja asiakkaita (Sakki 2009, 90–91). Sakki (2009, 91) tiivistää asian hyvin todetessaan, että lain sanoma on se, että myynnin kannalta valtaosa yrityksen tuotteista näyttää olevan turhia. Tuotteiden turhuuteen Sakki ei kuitenkaan ota kantaa, vaan kehottaa tutkimaan asiaa tarkemmin. Pareton-jakaumaa sovelletaan osittain myös seuraavaksi käsiteltävissä ABC- ja XYZ-analyysissä.

4.5.2 ABC-analyysi

ABC-analyysissä yrityksen tuotteet jaotellaan joko myynnin tai kulutuksen mukaan ryhmiin. Näitä ryhmiä muodostetaan usein kolmesta viiteen, joista muodostuu omanlaisensa Pareton-jakauma. Ensimmäiseen ryhmään jaotellaan esimerkiksi puolet yrityksen mynnistä kattavimmat tuotteet. Toiseen ryhmään sijoituvat tuotteet, joiden myyntimäärä on 30 prosenttia jakomäärästä 20 prosenttia mynnistä saaneet. Jos käytössä on neljäntä viiden ryhmän jakauma, tulee kolmannelle ryhmälle noin 18 prosenttia mynnistä ja neljännelle noin kaksi prosenttia. Viides ryhmä varataan aina tuotteille, joita ei ole seuranta-aikana myytyä tai kulutettu. (Sakki 2009, 91.)

Tämän analyysin voi tehdä tarvittaessa myös tuotteiden myyntikatteen, liikeloksentaimääränperusteella. Tärkeää on kuitenkin huomioida, että analyysin tehtäväyksittäisille tuotteille, ei tuoteperheille tai-ryhmille. Hyväksiajanjaksoksi luokittelulle Sakki esittää joko kalenterivuotta tai sesonkeihin taipuvaisessa myynnissä yhtä myyntisesonkia. (Sakki 2009, 91.)

Tuotteiden lajittelun jälkeen muutaman analyysin yhdistämällä saadaan jo silmämääräisesti tietoa tuotteiden menekistä ja niihin kiinnitettävän huomion tarpeesta. ABC-analyysillä pyritäänkin selvittämään materiaalinohjauksen kehityskohteita ja resurssien käyttöä seurantaajan aikana. On kuitenkin pidettävä mielessä, että analyysi kuvaa ainoastaan menneitä aikaa ja yrityksen tulevaisuusvoimuuttua myynnin kärjen muodostavattua tuotteita voivattoisella kaudella edellisvuoden D-luokan tuotteita. (Sakki 2009, 91–92; Karrus 2001, 182.) Sakki (1999, 100–104) korostaa myös analyysin ymmärtämisen merkitystä. Myynnin puolesta huonossa asemassa oleva tuote voi olla jollekin asiakkaalle tärkeä ja näin ollen tärkeä myös yritykselle itselleen.

ABC-analyysi liittyy läheisesti myös varaston toimintoihin ja onkin syytä tarkastella varastoja kriittisesti niiden luokittelujen tuomien tietojen valossa. Varaston toimivuutta arvioidessa tarkastellaan, muodostavatko A- ja B-ryhmiinsijoittuneet tuotteet enemmistön myös varaston puolella ja kuinka paljon C- ja D-luokkien tuotteita olisi kannattavaa varastoida. Ohjeellisesti suurimman kulutuksen omaavat tuotteet tulisi saada virtaamaan tuotannon läpi tarpeen mukaan. Pienemmällä kulutuksella olevia tuotteita voidaan varastoida suurempia määriä, että voidaan minimoida niiden valmistuksesta ja sen aiheuttamat kulut. (Sakki 2009, 92–95.)

4.5.3 XYZ-analyysi

Kuten ABC-analyysi, myös XYZ-analyysi perustuu pohjimmiltaan Pareton jakaumaan. Tämän analyysin tarkoituksena on jakaa tuotteet kolmesta viiteen eri ryhmään niiden varastoarvon mukaan. Tuotteet voidaan tarpeen mukaan

jakaaryhmiin myös myynnin tai kulutuksen tapahtuma määrien mukaan. Tässä luokittelussa noudatetaan usein ABC-analyysiä vastaavaa prosenttijakoa. Ryhmien kirjaintunnuksiksi asetetaan suurimmasta pienenmpään X, Y, Z, zz ja z0. (Sakki2009,96.)

XYZ-analyysiä käytetään usein tukemaan taituomaan lisätietoa ABC-analyysin ohella. Näin saadaan materiaalin käsittelyn kannalta tarvittavaa tietoa myynti- ja kulutustietojen lisäksi. Materiaalin käsittelyn kehittämisen kannalta on tärkeää tietää juuri XYZ-analyysin tarjoamaa tietoa ja soveltaa sitä varastopaikkojen määrittämiseen keräilyä varten. Tätä analyysiä voidaan myös käyttää myynti- ja nettotuloksen kehittämisen seuraamiseen. (Sakki2009,96.)

ABC- ja XYZ-analyysit voidaan yhdistää esimerkiksi nelikenttäluokittelulla, jossa analyysit erotetaan vaak- ja pystyakseleille. Näin tuotteet saadaan luokiteltua selvästi myynnin ja hankintojen kehittämistä ja suunnittelua varten. (Sakki2009, 97.)

4.5.4 RRS-analyysi

RRS-analyysi on voimakkaasti Lean-tuotantofilosofiaan liittyvä ajoitustyökalu. Lucas Industriesin 1980-luvun lopulla kehittämä RRS (Runners, Repeaters and Strangers) jakaa tuotteet kolmeen luokkaan niiden frekvenssin mukaan. Nämä luokat ovat nopeasti liikkuvat ja jatkuvasti tarvittavat juoksijat eli runnerit, usein tarvittavat ja runkovolyymia tuovat toistujat eli repeaterit ja harvemmin tarvittavat vieraat pienerätuotteet eli strangerit. Tämä luokittelu tunnetaan kirjallisuudessa myös nimellä Runners, Repeaters and Rogues (RRR). Kuten monet muutkin analyysit, myös RRS perustuu Vilfredo Paretin luomaan sääntöön tuotteiden jakautumisesta. (Bicheno & Holweg 2009, 145.)

Runnerit ovat nimikkeitä, joita tuotetaan yrityksessä niin paljon, että niille on perusteltua perustaa joko oma tuotantosolun tai mahdollisesti jopa oma tuotantotilat. Tällaisten tilojen ei ole tarpeellista olla jatkuvassa käytössä, jollei se ole

taloudellisesta strategisesta perusteltua, mutta aniitaei myöskään käytetä muident tuotteiden valmistamiseen. (Bicheno & Holweg 2009, 145.)

Menekin suhteen arvioituna keskiverron menekin omaavat tuotteet kuuluvat repeatereihin. Nämä erottuvat runnereistaniin, että näille tuotteille ei ole perusteltua perustaa omia soluja eikä tuotantotiloja. Tällaisia tuotteita tuotetaan kuitenkin yrityksestä vakiotuotteina suuria määriä tiettyin väliajoin, mahdollisesti myös erikokoisissa erissä tarpeiden mukaan. Repeaterien etuna on niiden säännöllisyys menekinsuhteen jättämä hyödyttää tuotantoa, koska siellä tiedetään aina, mitämilloinkin valmistetaan. (Bicheno & Holweg 2009, 145.)

Strangerit ovat tuotteita, joiden menekki on hyvin satunnaista niitä myydään jaksottaisesti. Nämä tuotteet ajoitetaan tuotantoon repeaterien väleihin, mutta niin, ettei niiden valmistus ole repeaterien tuotannon hidasteena. (Bicheno & Holweg 2009, 145.)

RRS-analyysin toimintaperiaate on pohjimmiltaan hyvin yksinkertainen. Runnereiden annetaan mennä omalla painollaan omista tuotantotiloissaan, repeaterit ovat koko järjestelmän selkärangajaniitä valmistettaan niin usein, kun tuotantokapasiteetti sen vain sallii ja strangerit lisätään kapasiteettiin jääneisiin rakoihin nostamaan tuotannon tehokkuutta. (Bicheno & Holweg 2009, 145.) Tämän analyysin ymmärtämiseksi Bicheno ja Holweg (2009, 145–146) ovat ottaneet esimerkiksi ihmisen jokapäiväisen elämän ja he avaavat analyysiä seuraavasti: RRS on kuin elämämme rytmi. Sydän lyö ja vedämme henkeä sitä sen suuremmin suunnittelematta. Näistä muodostuu elämämme runnerit. Joka yö menemme nukkumaan. Emme nukahda aina samaan aikaan, eikä uni kestä joka yö yhtä kauan, mutta silti menemme nukkumaan joka yö. Syömme aamupalamme aamuisin ennentöihin lähtöä, emmekä suunnittele sitäkaan. Emme kuitenkaan käytä kuukauden kolmea ensimmäistä päivää aamupalan nauttimiseen, ettei meidän tarvitsisi syödä kuukauteen aamupalaa, vaikka se olisikin varmasti tehokkuuden kannalta viisasta. Tällaisista säännöllisistä tavoista muodostuvat myös repeaterit. Ne muodostavat elämämme rutiinit ja tukirangan, johon kaikkimuu voi kiinnittyä. Näitä pieniä asioita rutiinien ympärillä voimme kut-

sua strangereiksi ja niitä ovat muun muassa tapaamiset ruokatunnilla tai poikkeaminen käymäänystävän luonakotimatalla.

4.5.5 Muutluokittelutavat

Muller (2003, 72–75) esittää kaksi vaihtoehtoa, jolla mainittujen analyysien kanssa käytettävää luokittelutapaa. Ensimmäisessä luokittelussa käytetään hyväksi XYZ-analyysin tapaan nimikkeen kulutus- ja saapumisarvoja. Näiden arvojen suhteella saadaan selville, kuinka lähelle käyttöpistettä tai varaston lähetyspistettä kyseinen nimike tulisi varastoida. Esimerkiksi jos tuotetta tuodaan varastoon kerran, mutta samanaikaisesti kuluttamiseen tarvitaan kymmenen keräilytapahtumaa, saadaan suhde arvoksi yhden suhdekymmenen (1:10). Kun tuotteen luokitteluun käytettäväsuhde arvo lähenee yhtä, ei sijainnilla ole suurta prioriteettia. Puolestaansuuntaantaitoiseen suhteesta poikkeavien tuotteiden sijoittelu on tärkeää ja niille hinta tulee kiinnittää erityistä huomiota. Tällä luokittelulla voidaan parhaimmillaan säästää suuriakin määriä aikaa varaston koko huomioinnissa.

Nimikkeet voidaan lajitella myös ryhmiksi niiden ominaisuuksien, niistä muodostuvien lopputuotteiden tai esimerkiksi lähetystavan mukaan. Näin yhteen lopputuotteeseen tulevat osat löytyvät kaikkien yhdestä osastosta tai yhdestä hyllystä. Tuotteet, jotka lajitellaan niiden tyyppintä ominaisuuksien mukaan, ovat helpompia löytää ja ne voidaan ryhmänsä sisällä lajitella esimerkiksi yhdellä mainitun suhdeluvun tai ABC-analyysin avulla tarkempaan järjestykseen. Nimikkeiden ollessa vastaavien kappaleiden joukossa tulee keräilystä helpompaa, koska niitä kaikkia voidaan käsitellä samoilla laitteilla ja tekniikoilla. Huononapuolen tällä menetelmällä on kuitenkin nimikkeiden mahdollinen sekoittuminen samankaltaisten nimikkeiden kanssa, mikä aiheuttaa turhaa työtä ja kokäsittelyssä ja varaston sisällä. Myös tilankäyttö voi heikentyä, kun samassa tuoteryhmässä olevat tuotteet voivat vaihdella suuresti liikkuvuudeltaan. Näin menetettään tilaa muilta nopeammin liikkuvilta nimikkeiltä ja varaston työmäärä kasvaa. (Muller 2003, 73–75.)

5 Lean-tuotantofilosofia

5.1 Mitä on Lean?

Leanon käsitteenä suurijaseontuttermiuseil letuotantoteollisuudessa työskenteleville. Läheskään jokainen termin kuulleista ei kuitenkaan tiedä siitä juuri sennimeäenempää. Leanon Japanissa alkunsa saanut toimintamallitaifilosofia, joka perustuu asiakkaan tarpeiden tyydyttämiseen, jatkuvaan oman toiminnan kehittämiseen ja näin ollen yrityksen kilpailukykyyn parantamiseen. (Kouri 2010.)

Alun perin autoteollisuuden käyttöön ottama Lean on pohjimmiltaan hyvin yksinkertainen filosofia, jolla pyritään tuomaan tuotteen vain asiakkaan arvostamia ominaisuuksia ja jättämään kaikki tarpeeton ja arvoa tuottamaton työ pois. Tätä toimintamallia noudatettaessa tuotannosta luodaan läpi virtaava kokonaisuus, jossa jatkuva itsensä ja toiminnan kehittäminen parantaa toiminnan laatua kuin myös työskentelyolosuhteita yleensä. Yksi Leanin tukipilareista on kunkin henkilöstön osallistuminen kehitystyöhön ja keskittyminen siihen, missä työ oikeasti tehdään. (Kouri 2010.)

Bicheno ja Holweg (2009, 12–13) esittelevät lyhyesti viisi Lean-ajattelun periaatetta. Ensimmäinen ja tärkein on määrittää asiakkaan arvostamat ominaisuudet tuotteessa tai palvelussa. Seuraavaksi on tunnistettava arvovirta, eli prosessien kokemat karaaka-aineistat kokonaisiksi myyntituotteiksi tai uudesta tuotteesta markkinoille pääsyyn. Kolmanneksi on saatava tunnistettu arvovirtaamaan. Paras virtausolisi yhdelle kappaleelle, muttakoska seon useinkäytännössä lähes mahdotonta, voidaan tyytyä pienentämään eräkojoja ja välttämään kaikenlaista joutoaikaa ja odottelua tuotannossa. Pääsääntönä viirtauksessa on, ettei arvo lisäämätön prosessissa ahdistata odotuttavaa arvoa lisäävää prosessia. Neljäs periaate on imu. Imulla tarkoitetaan lyhyttä reaktioaikaa asiakkaan tilaukseen, jossa tilausimpulssi käynnistää imunkohti asiakasta. Imu käynnistää tuotannon aivan alkupäästä saakka ja se toimii ohjaavana arvona tilauksen toimitukseen asti. Näin tuotteita tehdään ainoastaan välittömään tarpeeseen. Imu ei myös-

kään rajoitu vain tuotantolaitoksen sisälle, vaan periaattimillaan se koskee jokaista tuotteen valmistukseen liittyvää prosessia alihankkijoista toimituksesta vastaaviin yrityksiin. Viides ja viimeinen periaate on täydellisyyteen pyrkiminen. Täydellisyydellä ei tässä yhteydessä tarkoiteta vain virheetöntä tuotetta, vaan juuri sellaista tuotetta, kuin asiakas on tilannut, juuri siihen aikaan kun asiakas sen tarvitsee, oikein hinnoiteltuna ja mahdollisimman vähällä hukalla tuotettuna. Nämä viisi periaatetta eivät kuitenkaan ole yksittäisiä osia-alueita, vaan ne kaikki kietoutuvat toisiinsa ja ovat kaikki täysin toteutettavissa jokaisessa tuotantoyrityksessä.

5.2 Virtautus

Virtautus on Lean-tuotannon kehittämisen kannalta välttämätöntä. Virtauttamalla tuotantopäivää valmistamaan tuotteet vain välittömään tarpeeseen mahdollisimman nopeasti ja sujuvasti. Näin tuotteita valmistetaan mahdollisimman pienissä erissä tai suoraan tilauskoossa. Virtautuksen etuina ovat keskeneräisen tuotannon ja varastoidun tavaran pienet määrät ja lyhyemmät toimitusajat. Virtautuksen tehokkuutta seurataan ja mitataan läpimenoaikoilla, joka tarkoittaa aikaa, joka tuotteelta kuluu sen valmistuksen aloittamisesta sen valmiiksi saattamiseen asti. Koska keskeneräinen tuotanto vaikuttaa suoraan läpimenoaikoihin pidentävästi, pyritään sen määrää pienentämään jokaisessa tuotannon vaiheessa. (Kouri 2010.)

Virtautus hyödyttää myös tuotantoyritystä koneiden ja työntekijöiden tehokkuuden seurannassa. Hyvin toteutettu virtaus tuo esiin nopeasti laadulliset ongelmat, kuten koneiden huollon tarpeet ja työvaiheiden tehokkuuksien huonot tasot. Tämä puolestaan pakottaa yrityksen panostamaan tuotannon kehittämiseen, laitteiden kunnossapitoon ja kiinnittämään huomiota toimintansa suunnitelmalliseen toteuttamiseen. Virtautuksen hyvät toimitus ja tulokset edellyttävätkin koneista ja laitteista johtuvien häiriöiden poistamista ja laadullisten poikkeamien vähentämistä. Virtautuksesta puhuttaessa kiinnitetään usein myös huomiota koneiden ja tuotantosolujen sijoitteluun niin, että peräkkäiset vaiheet olisivat myös fyysisesti peräkkäisiä ja ne olisivat mahdollisimman lähellä toisi-

aan. Tällä poistetaan turhaa kuljetusta ja odotusaikaa tuotantovaiheiden välillä. Täten tuotteen kirjaimellisesti virtaavalla läpituotantolaitoksen. (Kouri 2010.)

6 Ergonomia

5.1 SFS-EN ISO 6385-standardi

SFS-EN ISO 6385-standardi eli Työjärjestelmien ergonomiset suunnitteluperiaatteet toimii työn ergonomista osuutta ohjaavana ajattelumallina. Tämä kansainvälinen standardi määrittelee ergonomian ja siihen liittyvien osa-alueiden sanaston ja antaa yleisiä ohjeita työtilanteiden suunnitteluun niin, että työn ihmiselliset, sosiaaliset ja tekniset vaatimukset tullaan huomioitua siten, että työ on mahdollista toteuttaa turvallisella tavalla. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2004, 8–10.)

Tässä opinnäytetyössä ja sen toteutuksen yhteydessä käytetään standardin antamia määritelmiä tarvittaville termeille. Tärkeimpänä termeistä on itse ergonomia, jonka standardi määrittelee seuraavasti:

Tieteenala, jonka kohteena on ihmisen ja järjestelmän muiden osien vuorovaikutuksen ymmärtäminen, sekä osaamisalue, joka soveltaa teoriaa, periaatteita, tietoja ja menetelmiä suunnitella ihmisen hyvinvointia ja järjestelmän kokonaissuorituskyvyn optimoimiseksi. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2004, 10.)

Standardi kehottaa ottamaan mukaan suunnitteluprosessiin myös suunnittelun kohteena olevan työtehtävän suorittajat, jotka voivat antaa korvaamatonta tietoa ja käytännön kokemusta prosessiin. Tällainen osallistuva lähestymistapa on välttämätön, jotta välttyttäisiin muilta kuin optimaalisilta ratkaisuilta. Mahdollisuuksien mukaan olisi työntekijöiden oltava mukana suunnitteluprosessin kaikissa vaiheissa. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2004, 14.)

Työympäristöä ja siihen kuuluvia laitteistoja ja työtapoja suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon kaikki fyysiset, kemialliset, biologiset ja sosiaaliset olosuhteet, joilla voi olla negatiivisia vaikutuksia ihmiseen. Työympäristön tulisi turvata työn-

tekijän niin fyysinen kuin henkinenkin terveys ja taatun työkyvyn ja halukkuuden säilyminen työtä suoritettaessa. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2004, 18.)

Suunnitelma käyttöön otettaessa on jokaisen asianomaisen saatavaperusteellista tietoa ja koulutusta uuteen järjestelmään siirtymisestä. Uuteen suunnitelmaantaitoimintatapaan siirryttäessä tulisi olla myös selkeä menettelytapa, jolla siirtyminen vanhoista menetelmistä uusiin suoritetaan. Kun uusi toimintatapa saadaan käynnistymään, voidaan saatuja tuloksia mitata muun muassa terveyden ja yleisen hyvinvoinnin kautta tai työsuorituksen määrää ja laatua seuraamalla. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2004, 24–26.)

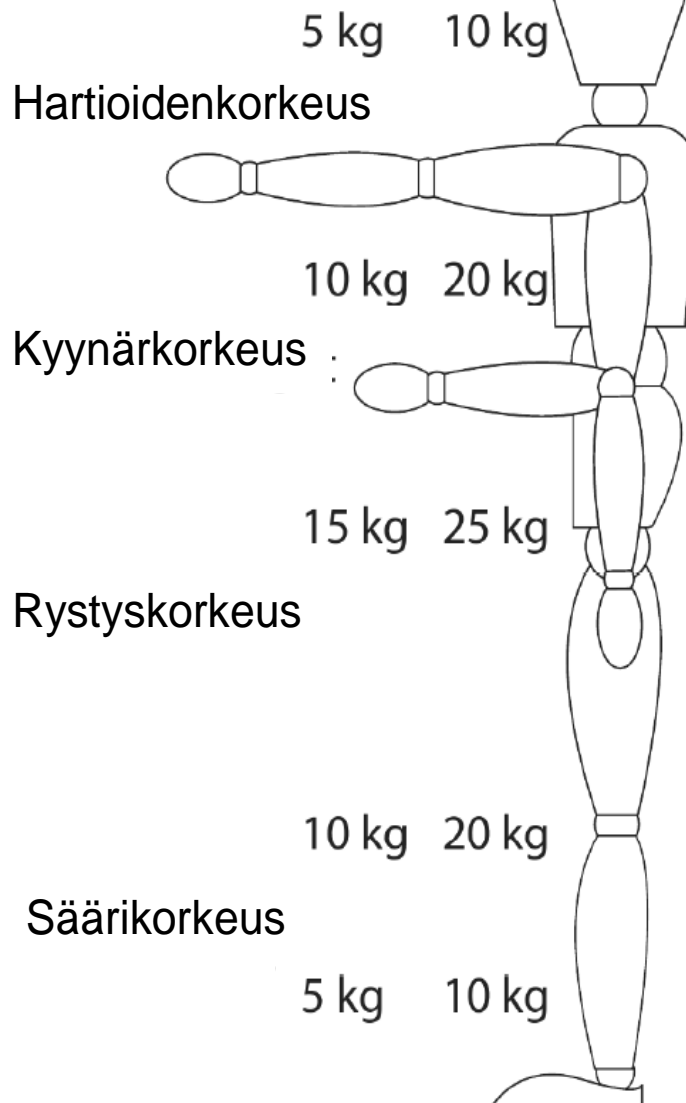
6.2 Nostotyöergonomia

Nostotöiden määrä työelämässä ovat vähentyneet huomattavasti viimeisten vuosikymmenten aikana. Käsintehtävien nostot ja siirrot ovat kuitenkinhäärkkipäivä teollisuudessa ja siihen liittyvillä muilla aloilla. Tällaisesta työstä johtuva fyysinen kuormitus lisää helposti työntekijöiden tuki- ja liikuntaelinsairauksien vaaraa ja jopa joka neljäs työtapaturma liittyy juuri käsin tehtäviin nostoihin ja siirtoihin. Maamme yleisin sairauspoissaoloihin johtanut syy onkin juuri tuki- tai liikuntaelinsairaus. (Työsuojeluhallinto 2010.)

Nosto- ja siirtotyössä aiheutuva kuormitus on mahdollista keventää suunnitelmalla työmenetelmät, työtilat, työvälineet sekä asennot ja liikkeet huolellisesti. Suunnitteluvaiheessa turvallisuuteen ja työlöihin on helpointa kiinnittää huomiota ja niiden korjaaminen jälkikäteen voi käydä hyvin kalliiksi. Itse työn kuormittavuutta voidaan vähentää esimerkiksi työvälineiden huolellisella valinnalla ja töiden järjestelyllä. (Työsuojeluhallinto 2010.) Jos taakan muotoon ja painoon voidaan vaikuttaa suunnittelulla, tulee ottaa huomioon seuraavia seikkoja: Taakasta täytyy saada hyvä ote taakan alta, otteaukoista tai kahvoista. Taakka ei saa olla yli 60 cm leveä, koska leveämmistä taakoista syntyy huomattavasti enemmän lisäkuormitusta keholle. Taakan tulee olla tarpeeksi jäykkä, että siitä saakunnollisen otteen ja taakan painopisteen saaliikkuanostettaessa. Taakan ylitulisinähdä. Taakkaantulisimysmerkitä tarkkapainojamuutnos-

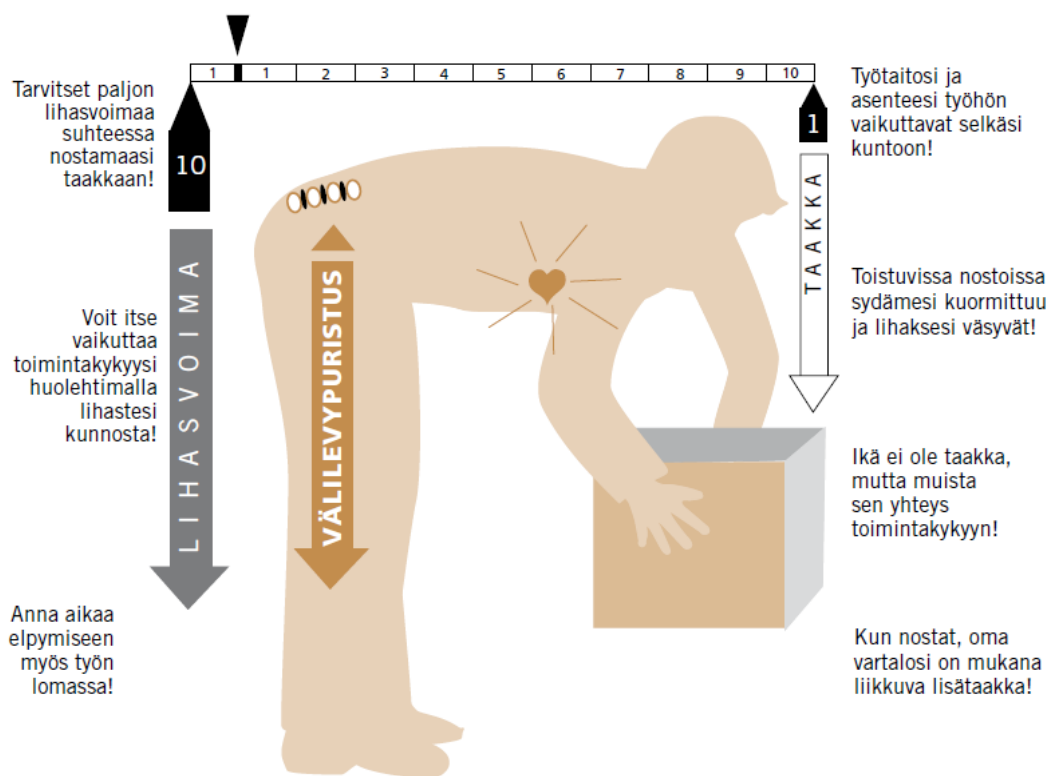
tamista helpottavat tiedot, kuten rikkoutumisarkuus ja taakan vetelyys. Taakan ollessa niin suuri, että sen nostamiseen tarvitaan useampi henkilö, on jokaiselle nostajalle oltava hyvät oteaukot tai muut tarttumakohdat. (Launis & Lehtelä 2006, 47–48.) Taakan ohjeellinen painotulisiolla ammattikäytössä enintään 25 kilogrammaa ja enintään 15 kilogrammaa, jos työntekeijöissä on nuoria (Lehtelä 2011a, 190–191). Kuva 5 esittää havainnollisesti suositeltavasta nostokorkeuksista suhteutettuina.

Täysikorkeus



Kuva 5. Suositeltavasta nostokorkeudesta (Stranks 2005)

Valtioneuvoston päätöksen (1993) nojalla työnantaja tulee etukäteen arvioida käsin suoritettavaan nostotyöhön liittyvät työturvallisuusriskit ja työterveysolosuhteet. Nostotyötä arvioidessa on otettava huomioon käsin nostettavien kappaleiden painot, niiden muodot, sijainnit ja muut työhön liittyvät tekijät, kuten nostojen tarvittava määrä ja työympäristön laatu (Työsuojeluhallinto 2010). Kuvassa 6 on kuvattu noston kuormittavuuden arviointi ja siihen liittyviä seikkoja. Kuvasta voidaan todeta, että pienenkin taakan nostaminen kaukaa voi olla kevyempää kuin raskaan taakan nostaminen optimaalisella etäisyydellä.



Kuva 6. Nostotyön kuormittavuus (Työsuojeluhallinto 2010)

Työsuojeluhallinto (2010) tarjoaa seuraavia ohjeita nostotyön suunnitteluun ja organisointiin: Käsinsuoritetun nostotulee suunnitella niin, ettei vartalon kiertopääse tapahtumaan tai keho ei tarvitsisi taivutusta työnaikana. Yhden raskaan noston sijasta tulisi tehdä useampi kevyempi nosto. Nostotyöympäristö on pidettävä siistinä ja alueella tulisi välttää portaiden tai liuskojen käyttöä. Nostokorkeuksista on huolehdittava ja ne olisi hyvä pitää rysty- ja hartiatason välillä.

6.3 Varastotyöergonomiayleisesti

Turvallisuus ja vaivaton liikkuminen ovat varaston kulkuteiden suunnittelun perustana. Kunkulkutietjaliikkumisentarveotetaan huomioon yleisessä tilasuunnittelussa, tuleen niiden mitoittamisesta huomattavasti helpompaa myöhemmässäkin vaiheessa. Mitoituksesta on olemassa erilaisia ohjeita muun muassa sen mukaan, tarvitseeko väyliä mitoittaa esteettömyyttä ajatellen, vai onko käytävä vain nopeaan ja väliaikaiseen käyttöön. (Lehtelä 2011b, 138.)

Ajoväylien mitoitus suoritetaan käytössä olevien kulkuneuvojen ja liikennetiheyksien mukaan. Vain ihmisten käytössä olevien kulkuväylien mitoitus on puolestaansidottu turvaetäisyyksiin, tarvittaviin työskentelytiloihin ja ihmisten fyysisiin mittoihin, joita on mahdollista löytää mm. erinäisistä standardeista. Taulukossa 1 on esitelty henkilö- ja ajoneuvojen kulkuväylän leveys saadaan laskettua yhteen ajoneuvon ja sen kuljettaman taakan leveyteen 0,6 metrin turvaetäisyyden molemmiin puoliin ajoneuvoa. (Lehtelä 2011b, 138–139.)

Taulukko 1. Henkilö kulkuteiden leveys mitoitus (Lehtelä 2011b)

Kulkutilanne	Leveys (mm)
normaalitilanne, suositus	800
normaalitilanne, minimi	600
satunnaisessa käytössä lyhyellä matkalla	500
useampi kuljettaja kerrallaan	1000
poistumistiä max. 120 hengelle	1200

Valaistus on tärkeä osa varaston ergonomiaa. Valaistukseen ei kuitenkaan usein panosteta lähellekään tarpeeksi ja usein se jää täysin huomiotta varaston toiminnassa. Joissakin tapauksissa tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että varasto on laajennettu aiemmin kokonaisuutena perustettua alueelle, jonka valaistusei ole suunniteltu siihen käyttöön. Tästä seurauksena avarjoisia alueita, jotka voivat vaikuttaa keräilytarkkuuteen ja keräilynopeuteen alueen sisällä. Hyvä valaistus on erityisen tärkeää varastoissa, joissa keräillään pieniä kappaleita yksikkötavarana tai varastoissa, joissa kappaleet ovat samanmuotoisia ja -kokoisia,

mutta joilla on eri käyttötarkoitusta nimiketunnuksella. Valaistussuunnitellessa ei kuitenkaan sovi unohtaa materiaalin käsittelyä ja siinä tarvittavia apuvälineitä, kuten trukkeja, joiden mastot voivat osua matalalla sijaitseviin valaisimiin. (Sheldon 2004, 87–88.)

Työssä jossa tarvitaan puheviestintää, tulisi melutaso pystyä pitämään riittävän alhaisena. Varastossa puheviestintä ei kuitenkaan ole jatkuva ajanäinollen keskittymis- ja kommunikointivaatimusten kannalta voidaankäyttää taustamelun maksimiarvoa 75–80 dBA, joka on asetettu teollisuudentyöpaikalle, jossa puheviestintä on vain vähäistä. (Launis & Lehtelä 2011, 282.) Puhe erottuu taustamelusta, kun se on noin 10 dB voimakkaampaa kuin muu ympäröivä melu. Esimerkiksi 70 dBA melussa voi keskustella lähietäisyydellä lähes normaalisti, mutta jokaisen metrin päähän ääntä täytyy korottaa huomattavasti. (Launis & Lehtelä 2006, 73.)

Tuotantotiloille suositeltavia lämpötiloja esitetään taulukossa 2. Suosituslämpötilat jaetaan työn mukaan, koska ihmisen keho tuottaa lämpöä toimiessaan ja näin ollen työntekijälle tulee helpommin lämmin raskastyötä tehdessä. Taulukossa on myös annettu ihmisen keskiarvoinen lämpö tuotantowatteina.

Taulukko 2. Tuotantotilojen suosituslämpötilat (Launis & Lehtelä 2011, 288)

Työnlaatu ja lämmöntuotto W	Lämpötila °C
Kevytistumatyö (alle 150 W)	20–24 °C
Muu kevytyö (150–300 W)	19–24 °C
Keskiraskastyö (300–450 W)	17–22 °C
Raskastyö (450–600 W)	12–18 °C

Työskentelytilan ollessa liian kuuma tai liian kylmä tehtävään työhön nähden lisääntyy työn kuormittavuus energieteisesti. Kuumuuden on havaittu parantavan ihmisen valppautta, mutta samalla keskittymiskyky heikkenee. Yleisesti ottaen kuumuus heikentää työlaatua, kun työntekijällä täytyy tehdä suoritustaskykyä. Kylmyyden vaikutuksesta ihmisen valppaus, reaktionopeus ja kyky pikku tarkkaantyyöhön heikkenevä huomattavasti. (Launis & Lehtelä 2011, 284–285.)

7 Työntila

7.1 Lähtötilanne

Lähtötilanteenatyössä oli Abloy Oy:n Laitelukitus -liiketoimintayksikön sen hetkinen varastorakenne ja sen toiminnot. Työssä ei otettu kantaa varastoon si-
doksissa oleviin toimintoihin saapuvan tavarakan- alta, vaan keskityttiin aino-
astaansisäisiin jäljälähteviintoihin.

Näitä toimintoja olivat lähtötilanteessa osin toimittus, kokoonpano ja lähetys.
Osintoimituksen toiminta perustuu omasta pienemmästä varastosta keräilyyn
ja keräilyyn tavarakan- pakkaukseen. Työn vaikutusalueeseen kuuluivat osina toi-
mituksen toiminnon tuleva toimintamallissa jako koonpanon keräilyntoteutus.

Liiketoimintayksikön alaisuudessa toimii alkutilanteessa kahdeksan erinäistä
varastoa, jotka onyksen layout-muutosten yhteydessä tarkoituskootayhdeksi
keskus- tai hubvarastoksi. Yksivarastoista on kuitenkin myyntiosaston käytössä
oleva esitevarasto, joka ei sijaitse tuotantotiloissa ja näin ollen ei kuulu työpäi-
riin.

Yrityksen layout-muutosten ohessa aktiivisesti toimiva Lean-kehitys ajaa muu-
toksia toimintoihin yrityksen kaikilla osa-alueilla. Lean näkyy jo valmistuksen
toiminnoissa ja selaa jennetäysivaltaisesti myös kokoonpanon ja pakkaustoi-
mintoihin lähitulevaisuudessa. Itse työhön tällä kehityksellä ei ole juurikaan
merkitystä, koska varaston toiminta on jo aloitushe-
tkellä erittäin hyvällä tasolla
lukuun ottamatta varastoiden sen hetkistä hajanaista sijoitusta. Työn aikana
kuitenkin pidetään mielessä Lean-periaatteet ja niitä sovelletaan kaikkiin pää-
töksiintarpeen mukaan.

7.1.1 Toiminnot

Varastotoimintoina lähtötilanteessa olivat itse varastoinnin lisäksi määrällinen tavaran tarkistaminen ja varastokeräily. Varastomiesten tehtäviin kuului tarkistaa vaakojen avulla saapuvan materiaalin määrä kappaleina ja sijoittaa tuotteet ensimmäiseen vapaaseen varastopaikkaan.

Keräily oli toteutettu niin, että kokoonpanossa työskentelevät henkilöt hakivat varaston puolelta varastonimikkeitä, joissa huomasi olevan puutteita joko kokoonpanon puolella olevassa keräilyhyllyssä tai omissa työpisteillään. Kokoonpanon työntekijät hakivat varastosta nimikkeitä laatikkokohtaisesti, joten joissakin tapauksissa tuotteita jäi huomattavia määriä liikaa kokoonpanon puolelle. Varaston saldoon vähennykset tehtiin laatikkokohtaisesti, joten mitään tarkkaa tietoa saatavilla olevien nimikkeiden määrästä ei näin ollen voitu saada.

7.1.2 Syyt muutoksiin

Yhtenä pääsyyinä varaston toimintojen muutoksiin pidettiin kokoonpanon omiin keräilyhyllyihin, työpisteille ja niiden välittömään ympäristöön kerääntyvän keskeneräisen tuotannon määrän rajoittamista. Osina toimituksen ja kokoonpanon varastojen yhdistäminen haluttiin hub-varastoksi toimivaksi varastosaldoihin ja vähentäisi saldon ulkopuolella olevaa keskeneräisen tuotannon määrää.

Toisen syyinä muutoksiin pidettiin hyötyjä, joita voitaisiin saavuttaa keräilemällä vain tarvittavat nimikkeet kokoonpanijoiden työjonoihin. Tästä saatavat hyödyt ovat pääosin laadun tarkkailuun liittyviä, koska kokoonpanijalla ei ole mahdollisuutta vain yksinkertaisesti hakea uutta osaa sopimattoman osan tilalle. Näin jokainen laadullinen poikkeama tulee työnjohdon tietoon ja laadun hallintaan saadaantarkkoja tietoja poikkeamista.

Työn edetessä varastosaldoon mahdollisesti saatava tarkempi saldon seuranta toisi tarkkuutta valmistuksen tarpeisiin ilman, että ylimää räisiä tuotteita valmistettaisiin todellisen saldotiedon puuttuessa.

7.1.3 Lähtötilanteen hyvät ja huonot puolet

Lähtötilanteena olleen varastojärjestelyn hyvinä puolina olivat olleet toiminnan nopeus, varastojen sijaintilähellä niiden käytötöistä ja kokoonpanon nopea uudelleen täydennys huonojen kappaleiden osuessa kohdalle. Varaston toiminnan nopeus perustuisi tunnistettuihin varastopaikoihin hyödyntävää tekniikkaa, jolloin nimikkeistä saatiin nopeasti varaston hyllyihin neivätkä ne jääneet lojumaan lattialle tai varastomiesten pöydille odottaen paikkojen vapautumista hyllyistä. Varastojen sijaitessa lähellä niitä kuluttavia toimintoja, kuten osin toimitusta ja kokoonpanoa, tarpeeseen keräily on ollut nopeaa ja vaivatonta. Varsinkin kokoonpanijat ovat hyötynneet tästä törmätessään viallisiin osiin, koska he ovat voineet hakea korvaavia osia omista pienistä varastoistaan ja hävittää viallisen osan.

Kuntatuotteiden sijaitsevista varastoista ja olivat hajautettuina ympäristötuotantolaitosta, aiheuttivat ne tarpeeton työtä niissä ylläpitäville työntekijöille. Varastot hajauttivat myös samojen nimikkeiden useampiin paikkoihin, jolloin tällaisten varastoitujen nimikkeiden seuranta vaikeutui. Varastojen hajauttaminen tarkoittaa myös huonoa tilan käyttöastetta. Ongelmia vanhaissa varastointimallissa aiheuttivat myös varastosaldon tehtävät vähennykset. Näitä vähennyksiä tehtiin ainoastaan laatikkotasolla, kun täydennettiin esimerkiksi kokoonpanon osia pienempiä käyttövarastoja. Tästä seuraa liiallista valmistusta nimikkeiden kohdalle, joiden tarve on pieni, mutta joita valmistetaan varastoon, kun niiden määrä laskee määrätylle tasolle. Pienten käyttövarastojen ohella saldo tavahennettyjä nimikkeitä löytyi myös erinäisiltä työpisteiltä varastojen ympäriltä. Myös paterosterien käyttöaste oli heikko ja niissä säilytettiin sekalaisia nimikkeitä ja valmist tuotteita, joiden kulutus oli heikkoa.

7.2 Tavoitetila

7.2.1 Toiminnot

Varastonuudistamisen tavoitteina on säilyttää vanhaan mallin varastointi-javastanottomenetelmät ja lisätä niiden yhteyteen toimiva keräilyjärjestelmä asiakaspalvelutoimintoihin. Varaston asiakkaina toimivat kokoonpano ja osinotoimituksen osaltapakkaussolu.

Varastotoiminnoiksi jääväksi näin ollen tavaran vastaanotto, sentarkistaminen ja tarvittaessa nouto viimeisestä työstövaiheesta varastoon. Näiden lisäksi varastoon kehitetään toimiva varastonhallintaprosessi, jolla varmistetaan nimikkeiden tarkempisaldo ja sijainti. Keräily muutetaan yksikömaankokoonpano ja osinotoimitusta ja siitä luodaan asiakaspalveluprosessia muistuttava toiminto, jossa kokoonpanotaisen yhteydessä toimiva pakkaamo antaa tilausimpulssin varastokeräilylle. Näin ollen keräily siirtyy imuohjaukseen. Asiakaspalveluprosessia on myös mahdollista laajentaa laadulliseen palveluun, jossa laadulliset epäkohdat tuodaan varastontietoon jasieltä ne kirjataan järjestelmään jatoimitetaan asiakkaalle uusitoimiva osaviollisena tilalla.

7.2.2 Aikataulu

Opinnäytetyöprosessi käynnistyi keväällä 2012 jäsensolitoitusvalmistusta tuloksineen toukokuun 2012 loppuun mennessä. Prosessin alkupuolella valtaosa ajasta kului teoriapohjan luomiselle työn toteutusosuutta varten, ja maaliskuussa työ alkoi asteittain siirtyä enemmän toteutussvaiheeseen. Toimeksiantajan aikataulutuksen muutosprosessille oli tiedossa ja muutoksien oli tarkoitus olla valmiina huhtikuuna aikana.

Työn valmistuessa toukokuun loppupuolella ei muutostyö ollut vielä ehtinyt päätöksensä, mistä johtuen tulosten kirjaaminen tämän opinnäytetyön yhteyteen oli lähes mahdotonta. Opinnäytetyöprosessin aikataulu on kuitenkin pysynyt

lähestulkoon alkuperäisessä suunnitelmassa, vaikka aikatauluun jouduttiin tekemään pieniä muutoksia viimeisten viikkojen osalta.

7.3 Työneteneminen

7.3.1 Inventaarion luokittelu

Tärkeänä osana työtä oli lajitella varaston nimikkeet monin eri tavoin. Lajittelu tekee mahdolliseksi saada selville mahdolliset epäkohdat inventaariossa ja nimikkeet löytyisivät oman paikkansa uudessa varastossa. Työn edetessä nimikkeet lajiteltiin muun muassa Pareton lain ja XYZ-analyysin avulla niin varastokokonaisuutenakin vanhoja varastoja noudattaen. ABC-analyysin suorittamista ei työnyhteydessä vaadittu, koska sellainen oli jo olemassa yrityksen omissa tietokannoissa.

Keskusvarastoksi yhdistyymuutosten yhteydessä kahdeksan pienempää varastoa. Varastot luokiteltiin viisiasteisen XYZ-analyysin avulla varastotapahtumien mukaan, koska keräilyä suunnitellessa nimikkeiden tapahtumataajuudella on enemmän merkitystä itse työn kannalta kuin nimikkeen varastoarvolla tai sen kulutuksella.

Luokittelussa jakotäytyi tehdä nimikekohtaisesti, joten prosenttiosuudet tapahtumista eivät ole tarkasti annettujen prosenttien mukaiset (taulukko 3). Suurimmat eroavaisuudet ovat kuitenkin yhdestä kahteen prosenttiyksikköä, joten suurta virhemarginaalia ei pääse syntymään. Taulukosta 3 havaitaan että aktiivisimmat varastot ovat 5001, 5101 ja 5102. Näistä varastoista muodostuu valtaosan uuden hubvaraston sisällöstä ja ne ovat tärkeimmät varastot myös keräilynkannalta.

Taulukko3.VarastojenXYZ–analyysitapahtumien mukaan.

	5001	5002	5101	5102	5003	5004	5005	5006	ASAI
X(50%)	5924	973	6366	2937	703	648	221	125	18083
Y(30%)	3543	594	3833	1851	420	385	137	77	10801
Z(18%)	2131	350	2296	1115	251	229	79	45	6485
zz(2%)	236	26	256	243	23	14	5	3	715
z0(0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kunnimikkeetonlajiteltuylämainitunanalyysin avulla, voidaan havaita pienen osan nimikkeistä muodostavan suuren osan tapahtumista (taulukko 4). Taulukossa 5 on laskettuna nimikkeiden prosentuaalinen osuus oman varastonsa kokonaisnimikemäärästä. Näistä kahdesta taulukosta voidaan silminnähdä Pareton lain toteutuminen. Keskiarvollisesti 26,2 % n nimikkeistä muodostaa 80 % kaikista varastotapahtumista.

Taulukko4.Nimikkeiden määräluokkaakohden.

	5001	5002	5101	5102	5003	5004	5005	5006	Erit.	ASAI
X(50%)	90	4	36	7	31	15	3	14	200	128
Y(30%)	157	10	88	13	56	32	6	14	376	333
Z(18%)	266	20	168	24	104	63	19	23	687	710
zz(2%)	156	15	97	29	23	14	5	3	342	434
z0(0%)	318	19	142	17	94	70	28	7	695	695
Yht.	987	68	531	90	308	194	61	61	2300	2300

Taulukko5.Nimikkeiden prosenttiosuus varaston kokonaisnimikemäärästä.

	5001	5002	5101	5102	5003	5004	5005	5006	ASAI
X(50%)	9,12	5,88	6,78	7,78	10,06	7,73	4,92	22,95	5,57
Y(30%)	15,91	14,71	16,57	14,44	18,18	16,49	9,84	22,95	14,48
Z(18%)	26,95	29,41	31,64	26,67	33,77	32,47	31,15	37,70	30,87
zz(2%)	15,81	22,06	18,27	32,22	7,47	7,22	8,20	4,92	18,87
z0(0%)	32,22	27,94	26,74	18,89	30,52	36,08	45,90	11,48	30,22

Nimikkeiden luokitteluvaiheessa tavattiin nimikkeitä, joiden varastointitarpeellisuutta oli syytä pohtia tarkemmin. Muun muassa asia kaskohtaisia nimikkeitä,

joita ei myyty kuinyhdelle asiakkaalle, saattoivat rastossa olla tuhansiakappaleita odottamassa tilausta. Osan näistä nimikkeistä oli seisonut varaston hyllyissä jo useampia vuosia ilman tapahtumia. Varaston periltä löytyi myös nimikkeitä ja valmiita tuotteita, joita ei niin ikään liikutettu vuosikausiin, tai joita oli tarvittu vuosien mittaan huomattavasti pienempiä määriä kuin oli ennakoitu. Tällaisten nimikkeiden varastointi on tarpeeton ja niiden vä hintäänkin osittainen hävittäminen olisi viisasta tehdä muiden varastomuutosten yhteydessä.

Samoin kuin vuosia hyllyssä odottaneiden nimikkeiden kanssa, on syytä vähentää saldoa niiltä nimikkeiltä, joiden varastoarvot ovat kulutukseen nähden huomattavan suuria. Joidenkin nimikkeiden tapauksissa ja viimeisten vuosien kulutus huomioon ottaen saldolla olevat varastot riittävät seuraavien viidestä kymmeneen vuodeen ajan.

7.3.2 Varastotoiminnot ja järjestely

Varastotoimintoihin jäsensääsiin järjestelyihint ehdäntöynty yhteydessä muutoksia. Tavaravastaanottoon on luotava määrällisen tarkistamisen lisäksi laadullinen tarkistaminen. Nimikkeiden laadun valvontaa voidaan tehdä silmämääräisesti joiden nimikkeiden varastoon saapuessa jäsenotot euttaminen tulee karsimaan selvimmät laatuongelmat jano peuttamaan uuden korvaavan eräntilaamista.

Varastoa järjestettäessä hyllyt merkitään entistä tarkemmin ja selvemmin. Jokaisen hyllyn päätyyn kiinnitetään kyltti, josta selviää hyllyn numero ja mahdollisesti siinä sijaitsevien varastopaikkojen määrä tai numerointi. Merkitsemällä hyllyt selvästi janiin, että hyllyn numeron voi nähdä jopitkän matkan päästä nopeuttaa varastomiehen toimintaa uudessa varastossa. Hyllyjen merkinnän yhteydessä tarkistetaan varaston valaistus uuden layoutin mukaiseksi, koska osa hyllyväleistä jää nykyisellä valaistuksella hieman varjoisaan alueeseen. Keräilyalueeseen jääviin hyllyihin hankitaan kahdelle alimallalle lisä hyllytasoja, joilla nykyinen kuormalava hylly muunnetaan hitaasti liikkuvien, käsin keräiltävien nimikkeiden varastoksi.

Varaston toimintaan tehdään myös muutos keräilyä si- Imällä pitäen. Varaston toimintamuutetaan bulk–dispatch–malliseksi, jossa suuriosa varastosta toimii pääasiallisena varastona (bulk) ja tästä varastosta täydennetään keräilyvarastoa (dispatch). Sanalla dispatch viitataan usein myös lähettämöä edeltävään varastoon, muttataässä tapauksessa lähetystapahtuu vain seuraavalle osastolle. Varaston muunnoksessa säilytetään vanha malli v arastoida nimikkeitä ensimmäiselle vapaalle varastopaikalle satunnaisesti. Huomiotakuitenkin kiinnitetään samannimikkeen varastoimiseen useampaan paikkaan ja tällaisissa tapauksissa nimikkeet pyritään siirtämään samalle varastopaikalle. Tämä varastointitapa koskee kuitenkin vain pääasiallista varastoa, keräilyvarasto järjestellään eriperiaatteiden mukaisesti janiitä käsitellään seuraavassa luvussa.

Joillekin tuotteille on kuitenkin syytä määrätä oma t sijaintinsa bulk-varastossa. Tällaisia tuotteita ovat ennen kokoonpanoalisäkäsi ttelyä tarvitsevat lukkorungot ja sangat ja pakkaukseen tarvittavat materiaalit. Pakkausmateriaaleille pystytetään omapieni hyllystösäilyttämään lavatavaran as aapuneet pakkaustarvikkeet juuri varaston ulkopuolella, tämä hyllystö sijaitsee e varastomiesten työpisteessä yhteydessä jotensaldotilannettavoidsa seurattamyös visuaalisesti. Lukkorungot ja sangat sijoitetaan varaston ulkoreunalle. Tällä sijoituksella helpotetaan niiden jatkokäsittelyä ennen niiden siirtämistä keräilyalueelle, koska ne varastoidaan vain muutaman metrin päähän jatkokäsittelypisteestä.

Vaikka keskusvaraston luomisen taustalla on tahto p itää kaikki varastoitavat nimikkeet samalla alueella, on tarpeellista perustaa kokoonpanon ja keskusvaraston väliselle alueelle pientenosien linjavarasto. Tämän pienemmän varaston perustamisella vältetään kokoonpanossa tarvittavien erittäin pienten ja edullisten osien keräily. Näitä osia tarvitaan niin usein ja niin suuriamääriä, ettei niiden keräilyä voida pitää taloudellisesti järkevänä. Tässä linjavarastossa sijaitsevien pienten kappaleiden varastoarvo on yksinkertaisesti niin pieni, että pelkkä keräilijän liikkuminen varaston laidalle niitä keräämään tulisi maksamaan enemmän kuin osien säilyttäminen. Näitä pieniä osia ei myöskään pidetä yksikkösaldolla, vaan niitä vähennetään laatikkokerrallaan pääasiallisesta varastosta. Tämän linjavaraston yhteydessä on usein puhuttu myös nk. piensarjojen omasta varastosta, josta pikatilauksiin tarvittavat tuotteet voidaan koota ja toi-

mittaateenpäin. Näin vältetään muutokset keräily- ja onossa erityisen kiireellisten
 japien tilausten sattuessa. Tämän pientoissijaisen varaston ylläpitäminen
 on nähty taloudellisesti kannattavammaksi kuin keräilyjärjestyksen muut-
 taminen kiireellisyyden takia tai pienten tilausten keräilyä suurempien tilausten
 välissä.

7.3.3 Keräilyjärjestäminen

Nimikkeiden luokittelun jälkeentyössä siirryttiin seuraavaan vaiheeseen. Keräily-
 järjestyksen uuteen varastoon aloitettiin pohtimalla vaihtoehtoja keräilyhylly-
 yksijakeräilytavoiksi. Myös keräilynapuvälineiden ja ohjauksen valintasuoritet-
 tiin alustavasti, mutta niihin ennustettiin muutoksia lähiaikoina. Varaston
 sisäisyyden jaotjaroolit päätetään myöhemmän ajan kohtana, mutta toistaisek-
 si keräilyä suorittavat entiset osat oimituksentyöntekijät ja keräilyvaraston täy-
 den nyksestä, tavaravastaanotosta ja varaston yleisestä järjestyksestä vastaa-
 vat varastomiehet.

Vanhon keräilyhyllyn ollessa ergonomian kannalta odella heikko vaihtoehto,
 päätettiin tutkia vaihtoehtoa hankkia uudet läpivirtaus hyllystöt keräilyhyllyiksi.
 Hyllyratkaisussa oli kuitenkin jokaisessa samaperustavaa laatua oleva vika;
 vaa'an upottaminen aputasoiin niiden rakenteisiin veisi tarpeettoman paljon
 tilaa. Vanhassa hyllyssä vaaka sijaitsee keräilyhyllyn päällä, koska hyllystö on
 vain noin 1200 mm korkean ainollenerinomainen aputaso. Monien vaihtoehtoi-
 sten hyllyratkaisujen jälkeen päätettiin, ettei varasto keräilyä perustamisvai-
 heessa voitaisi tehdä enempää investointeja. Näin ollen jäljelle jäisivät vanhat
 keräilyhyllyt. Varastossa sijaitsevat neljä paternosteria kuitenkin nousivat esille
 pohtiessa keinoja välttää vanhoja keräilyhyllyjä ja niiden erittäin huonoa käyttö-
 ergonomiaa. Jo yhdellä paternosterilla päästään samaan nimikkeiden koko-
 naismäärään kuin entisellä noin kahdenkymmenen metrin mittaisella matalla
 hyllyllä, ja kahdella paternosterilla päästään jo erinomaiseen keräilytehokkuu-
 teen ja nimikkeiden kokonaismäärään. Paternosterien ollessa jo valmiiksi varas-
 ton sisäpuolella, päätettiin hyödyntää niiden ominaisuuksia ja järjestää keräily
 kahteen vierekkäiseen yksikköön. Näin ollen keräilytoiminnolla olisi kaksikertaa

enemmän nimikkeitä käytössä kuin entisessä järjestyksessä. Imässä jasekoskisi myös
kokoonpanoatoisinkuin vanhassa järjestyksessä.

Paternosteriä käytetään viidellä eri varastolla. Ensimmäiseen paternosteriin sijoitetaan menekiltään suurin varasto 5001 ja toiseen paternosteriin sijoitetaan varastot 5001, 5004, 5005 ja 5006. Näin molempiin paterno-
stereihin saadaan riittävä määrä nimikkeitä ja niiden käyttöaste pysyy korkeana. Varastot 5002 ja 5102 on määrää sijoittaa tuotantolaitoksen ulkopuolelle niiden sisällön vuoksi ja varasto 5003 on sijainnut tuotantolaitoksen ulkopuolella jo vuosia. Paternostereihin sijoitetaan ainoastaan XYZ-analyysissä luokan tX ja Y saaneet tuotteet, eli patereista kerättävät tuotteet tuovat 80 prosenttia varaston työmäärästä. Loput
nimikkeistä säilytetään varaston muissa osissa, koska niitä tarvitaan huomattavasti harvemmin kuin X- ja Y-luokkien nimikkeitä. Z-luokan nimikkeet jätetään
keräilijän ulottuville kahdelle alimmalle hyllytasolle yleisen varaston puolelle, kun taas Z0 nimikkeet voidaan varastoida korkeammallekin niiden äärimmäisen
heikon liikkuvuudentakia.

Paternostereihin sijoitettavat nimikkeet lajitellaan nimikeryhmiin ja nimikeryhmät
sijoitellaan peräkkäisille hyllyille, jolloin ne muodostavat paternosterin sisään
alueellisesti määrätyn varaston. Nimikkeitä ei lajitella tuotekohtaisesti, koska
useissa tuotteissa käytetään samoja komponentteja ja tästä syystä niiden nou-
taminen karusellista kestäisi aivan yhtä kauan. Nimikkeiden alueellistamisessa
on myös hyvä näpuolen asenselkeys paternosteriä käyttävälle varastomiehelle.
Varastomiehen ei tarvitse tarkistaa mihin tuotteeseen kyseinen nimike kuuluu,
vaan hänen tarvitsee vain tietää, mille alueelle se kuuluu, ja hän löytää etsi-
mänsä täyttökohteen. Nimikkeiden vaadittavaksi määrääksionalustavasti asetet-
tu minimissään yhdestä kolmeen viikon tarve. Näin ollen nimikkeiden kulutuk-
sesta ja tilaustajuudesta tarvitaan keräilyn alkuvaiheissa tarkkaa tietoa. Tar-
kemman tiedon avulla tarvittava saldo saadaan optimoitu mahdollisimman pie-
neksijäsillä taas materiaalin läpivirtausaika ja varastojen arvolaskevat.

Keräilyn ohjaus päätettiin järjestää niinsanotulla pyykkinaru järjestelmällä, jossa
työnjohtaja asettaa päivälle määrätty keräilytehtävät telineeseen, josta keräilijä
käsien poimimassa työnsä aloittaessaan. Puheohjattu keräily on kyseessä

olevan varaston koko huomioon ottaen tarpeeton, koska sen hyödyt näkyvät vastakunkäytävien lukumäärävarastossa on suuri ja hyllypaikkoja on huomattavan paljon enemmän. Keräiltävien kappaleiden pienikoko ei myöskään sulje keräilijältä poismahdollisuutta kirjattapahtumia käsin, joten puheohjauksella ei juurikaan ole mainittavia etuja tässä yhteydessä. Valo-ohjaus olisi erinomainen vaihtoehto keräilijän ohjaamiseen. Valo-ohjausta ei kuitenkaan voida sovitaa vielä tämän hetkiseen varaston hallintaohjelmaan ja sen hankkiminen ei missään tapauksessa ole edullisin vaihtoehto. Valo-ohjausta kuitenkin tulisi harkita uudelleen, kun yritys siirtyy uuden tuotannon- ja varaston ohjaussovelluksen piiriin.

Käyttöön otettavassa pyykkinarujärjestelmässä työnjohtaja asettelee päivän keräilytyöt järjestykseen joko prioriteetin, tilauksen tai muun tarvittavan ominaisuuden mukaan. Pyykkinarulta kerättävässä keräilylistassa on liitteinä kaikki kyseiseen tilauksen täyttämiseen ja kokoonpanoon tarvittavat asiakirjat. Tällaisia asiakirjoja ovat muun muassa toimitettavien tuotteiden kokoonpanopiirustukset, lähetukseen tarvittavat asiakirjat ja asiakkaantiedot. Prosessin alkuvaiheissa keräilylistan kokoamisessa ongelmaksi muodostuu nimikkeiden saatavuustietojen paikkansapitävyys ja lukkojen sarjoitukseen liittyvien paperien liittäminen keräilylistaan. Sarjoitukseen liittyvät nimikesarjapaperit sisältävät sarjoituksen lisäksi tiedot asiakaskohtaisista leimauksista tuotteisiin, jotka keräilijän on välttämättä tiedettävä keräilyä aloitettaessa. Leimattavat tuotteet varastoidaan erilleen muusta keräilyvarastosta ja ne on osattava kerätä oikeasta paikasta oikeaan aikaan. Nimikkeiden saldotietojen paikkansapitävyys muodostuu mitä todennäköisimmin ongelmaksi ennen kuin varastorakenteen muutos valmistuu uuteen muotoonsa. Nimikkeitä on vähennettyinä useissa paikoissa, joten niiden saatavuudesta yhtenä tiettyä hetkenä ei voida saada paikkansapitävää tietoa, mutta tarkoituksena on ylläpitää tarpeeksi suurta varastoa keräilyalueella, että saatavuudesta ei pääse muodostumaan ongelmaa keräilyn alkuvaiheiden aikana.

Suurin osa nimikkeistä kerätään suoraan paternostereista. Paternostereille tuodaan lista hyllyn numeroista ja niillä sijaitsevista nimikeryhmistä, millä pyritään nopeuttamaan keräilijäntyötä ja vähentämään keräilylistan selailua hyllykoodeja

syötettäessä. Kunkeräilijäsaapuulaitteelle, hän syöttää päätteelle tarvitseman sahyllynumerot ja käynnistää paternosterinkarusellin. Laitteosaa itse optimoida tuotavien hyllyjen järjestyksen, joten keräilijä ei tarvitse kuin käynnistää nouto ja odottaa joitakin sekunteja kunnes ensimmäinen hylly saapuu kohdalle. Karuselli pysähtyy halutun tason kohdalle ja keräilijä vetää haluamansa laatikon ulostyöskentelytasolle, joka sijaitsee samalla korkeudella tuodun hyllyn kanssa. Nimikkeet keräillään vaa'alle, tai pienten lukumäärien tapauksessa käsin säilytysrasiaan, ja laatikko palautetaan oikealle paikalleen. Vaaka sijoitetaan paternosterin työskentelytasolle nopeuttamaan työskentelyä ja vähentämään tehdyn työn määrää. Koska laatikoita ei tässä tapauksessa tarvitse käsitellä kuin tasopinnalla, ei keräilijälle tule juurikaan fyysistä kuormitusta keräilytapahtuman aikana. Tämän jälkeen laitteelle annetaan käsky jatkaa noutoa ja karuselli tuo seuraavan pyydetyn hyllytason keräilijälle. Joissakin varastossa sijaitsevista paternostereista nouto tapahtuu nimikekoodilla, ei hyllytasolla, joten keräilijän tulee kiinnittää huomiota tarvitsemiensa nimikkeiden keräilyyn työskennellessään paternostereilla.

Jos keräilijä tarvitsee jotakin harvoin kuluvaan imikettä tilaukseensa, pyytää hän läsnä olevalta varastomieheltä apua tarvittaessa. Keräilijällä ei ole pätevyyttä kuljettaa trukkia, joten varastomies on välttämätön apu, jos nimike sijaitsee ensimmäisen kahden hyllytason yläpuolella. Varastomiehelle jätetään myös täytöpyynnöt paternosterin laatikkoihin, jos niissä havaitaan puutteita tai nimikkeiden määrä on vähentynyt keräilyn yhteydessä liian pieneksi sovituihin rajoihin nähden. Osa nimikkeistä, jotka kuuluisivat keräilyluokituksestaan paternostereihin, ovat kuitenkin liian raskaita sinne sijoitettaviksi. Näille nimikkeille pyritään rakentamaan oma hyllystö keräilyalueen laidalle, josta nimikkeet keräillään ennen paternosterillesiirtymistä.

Toisen keräilyn apuvälineenä käytetään keräilykärryä. Uudet keräilykärryt ovat työnaikanäkilpailutuksessa janiiden ominaisuuksia avertaillaan ja kärrystä pyritään saamaan optimaalinen apuväline niin keräilyyn kuin myös kokoonpanoon. Uuteen keräilykärryyn on pyrkimyksenä saada tarpeeksi kantavuutta, että se kestää useamman keräilylaatikon painon ja sen kanta vuusvaatimukseksi on asetettu sata kiloa. Kärryyn on myös välttämätöntä saada hyllykannattimia

avaimiensäilytykseen käytetyille levyille jätetään tai kirjoitus- ja tilauksiin liittyville dokumenteille. Lisäksi eduksi lasketaan, jos kääriin on mahdollista saada kaksi tai useampi apu- tai kääri. Kääriin demovaihe on alustamisellaan työn valmistuessa janiiden valinta suoritettaneen viimeistään kesäkuuna aikana. Ennen uusien kääriin hankkimista käytetään kokoonpanon ja varastosta jo löytyviä yksinkertaisia hylly- ja avainvaunujen kääriin tarkoituksiin.

Kun kääriin tapahtuma on saatettu päätökseen, kääriin iä kirjaa kääriin suoritetuksi tieto järjestelmään ja kuljettaa kääriin lyttö tteet kääriin kokoonpanon kääriin varastulle alueelle. Tieto järjestelmä puolestaan kirjaaa kääriin listan mukaiset vähennykset nimikkeiden saldoihin ja merkitsee tilauksen siirtyneen kokoonpanon työhön. Kääriin iä tehtäviin ei kuulu toimitusta tilauksen kääriin suoraan tietylle kokoonpanijalle, vaan kokoonpanija käy noutamassa kääriin omalle työpisteelleen samalla, kun hän on toimittanut edellisen tilauksen saapumaan ja palauttanut tyhjän kääriin kääriin laatikoinen varastoon merkitylle alueelle. Pakkaamo sijaitsee kokoonpanon välittömässä yhteydessä, joten tästä ei aiheudu mainittavaa ylimääräistä työtä kokoonpanijoille.

Prosessi on siis lyhykäisyydessään seuraavanlainen: Kääriin iä lähtee liikkeelle varastosta ja noutaa kääriin kääriin ja siirtyy pyykkinarulle. Pyykkinarulta hän poimii kääriin listan liitteineen ja suuntaa tarvitsemalleen paternosterille. Paternosterilla kääriin iä syöttää haluamansa hyllykoodit laitteeseen ja karusellitoimitaahallutustasot kääriin iä ulottuville. Vaatukseen jätetyn kääriin iä siirtyy kirjaamaan kääriin suoritetuksi ja toimittaa kääriin kääriin kokoonpanon vastaanottoalueelle. Kun tilaus on siirretty kokoonpanoon, kääriin iä palaa noutamaan uutta kääriin ja tilausta ja prosessi aloitetaan alusta. Läpi koko kääriin prosessin sentaustalla tapahtuu tietovirtaa, jolla seurataan tilauksen saapumista, sen etenemistä ja lopulta sen toimittamista asiakkaalle. Näitä tietoja hallinnoivat erinäiset esimiehet, tilausten järjestelijät ja myyntiosaston henkilöstö. Tämän tietovirran hallintaa pyritään kehittämään uuden varaston- ja tuotannon ohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä.

7.3.4 Toimintojen kehittäminen jatkossa

Kun varastokeräily ja sen ympärille rakennetut toiminnot saadaan vakautettua, tulisi keskittyä kehittämään keräilyn- ja varaston ohjauksella voitaisiin saavuttaa huomattavasti parempi keräilytiheys varsinkin paternostereissa, joissa nimikenouto ei ole toiminnassa. Tuotannon ohjausjärjestelmän vaihtuessa uudempaan sovellukseen, olisi mahdollista päivittää myös keräilyn pyykkinaru-järjestelmä sähköiseen muotoon. Sähköisessä järjestelmässä keräilijä hyväksyy keräilylistan, jolloin listajokotulostuutaisiirto keräilyjärjestelmän näytölle, jos käytössä on jokin kannettava tabletti-tyyppinen tietokone tai muu vastaava laite. Viimeistään ohjausjärjestelmämuutoksen yhteydessä olisi syytä aloittaa pilottikokeilu viivakoodiin siirtymisestä. Viivakoodin käyttäminen helpottaa varastokirjausten tekemistä ja on myös erittäin edullinen tapa merkitä tuotteita. Viivakoodeille perustuvia sovelluksia on jo tänä päivänä niin paljon, ettei markkinoilla ole ongelmaa kilpailuttaa tuotteita tai löytää juuri omaan tarkoitukseen sopiva viivakoodin ratkaisua.

Paternosterien käyttöä tulisi laajentaa mahdollisuuksien mukaan kaikkiin neljään karuselliin, jos pilottiprojekti osoittautuu onnistuneeksi. Myös mahdollisen viidennen paternosterin hankinta olisi viisasta niiden hyvän keräilytiheyden ja lattiapinta-alan hyödyntämisen takia. Tälle paternostereista muodostuvalle keräilyalueelle olisi mahdollista sijoittaa kaikki keräiltävät nimikkeet, joilla on ollut tapahtumia viimeisen vuoden ajalla. Näin vain nollatapahtumaa omaavat tuotteet siirrettäisiin bulk-varaston puolelle ja keräilijöiden tarvitsema alue muodostuisi selvemmäksi. Useamman kuin kahden paternosterin käyttöönotto mahdollistaisi myös useamman keräilijän yhdenaikaisen työskentelyn ilman turhaa odottelua tietyille tuoteryhmälle. Paternosterien lisäksi olisi mahdollista tulevaisuudessa kehittää automaatiolaitteita, joilla keräilynimikkeet siirrettäisiin suoraan kokoonpanoon ilman keräilykärryjä. Näin keräilijän ei tarvitse poistua varastosta ja kokoonpanoon voidaan syöttää suurempia määriä keräiltyjä nimikkeitä lyhyessä ajassa.

Myös paternosterien ohjaukseen olisi syytä panostaa viimeistään uuden ohjausjärjestelmän käynnistyttyä. Paternosterien ohjaaminen keräilylistan mukaan on

todennäköisesti mahdollista ohjelmistopäivityksellä ja ohjaaminen suoraan listataltatoisitehokkuuttaajankäyttöön. Tällaisella ohjauksella paternosterikäynnistää noutohjelman jo keräilijän hyväksyessä itselleen uuden keräilytehtävän sähköisestä järjestelmästä ja keräilijän saapuessa paikalle ensimmäinen keräilytävänimikeolisijovalmiinakerättäväksi. Tätä paternosterien ohjausta on tutkittava tarkasti valmistajan edustajan kanssa, koska osavarastossa sijaitseviä paternostereita on mahdollista kehittää tähän suuntaan, on se taloudellisesti äärimmäisen kannattavaa pitkällä aikavälillä.

Kehitystyötä tulee myös tehdä varastosaldojen alentamiseksi. Varaston kokoa voidaan pienentää myös fyysisesti, jos tuotannon joustavuutta onnistutaan kehittämään. Olettaen että varastoitavien nimikkeiden määrää ja saldoja onnistutaan pienentämään riittävästi, voidaan osa varaston hyllyistä purkaa ja niiden tilalle siirtää varastoon liittyviä toimintoja, kuten lukkorunkojen ja salkojen käsittely. Tilaa voidaan tehdä myös tulevaisuudessa käynnistytävälle visuaalisen ohjauksen hyllyistölle, joka on määrää sijoittaa varaston tuotannon puoleiseen päätätyyn. Visuaalisen ohjauksen lähes poikkeuksetta edellyttäessä joko kaksi- tai läpivirtaushyllyistöjä, on niille varattava runsaasti tilaa varastoon. Kehitystyötä visuaalisempaan suuntaan voisi tehdä myös kokoonpanon linjavaraston japiensarjatilausten varastonyhteydessä. Linjavarastohyllyt voisikorvata läpivirtaushyllyillä, jolloin varastomies näkisi varastoon saapuessaan missä nimikkeissä on täydennystarvetta, ilman kokoonpanijan tekemää täydennyspyyntöä.

Varaston layout-ratkaisu ei välttämättä ole tällä hetkellä optimaalinen ajatellen virtauttamista tai varaston työmäärää, mutta varastosaldojen tarkentuessa ja tuotannon joustavuuden parantuessa on erittäin todennäköistä, että varaston layout muuttuu ns. virtaavammaksi. Visuaalisen ohjauksen tullessa käyttöön koko tuotannossa ja tuotannon joutaessa sarjakokojen suhteen on kuitenkin mahdollista, että layout-muutokset tulevat pakollisiksi. Varaston osalta tämä tarkoittaa sitä, että varaston muotoa on muokattava virtaamaan suoraan tuotannosta toimituksiin. Tämän hetkinen virtaus jatkokäsittelyistä varaston kautta toimituksiin muodostaa tuotannon näkökulmasta huono virtauksen varaston sisälle. Layout-kehityksen suunnan määrää kuitenkin tulevaisuudessa tuotan-

nonomajoustavuusjavisuaalisenohjauksenkäyttöön notonlaajuus, einiinkään varastonsisäinetoiminta.

Layout-kehityksen osana myös varastomiesten työpisteiden siirtäminen ja tavaran varastointi on ollut keskeinen osa toimintaa. Tällä hetkellä layout-muutos on siirtänyt varastomiesten työpisteet ja tavaran varastointi on ollut keskeinen osa toimintaa. Tällä hetkellä layout-muutos on siirtänyt varastomiesten työpisteet ja tavaran varastointi on ollut keskeinen osa toimintaa. Tällä hetkellä layout-muutos on siirtänyt varastomiesten työpisteet ja tavaran varastointi on ollut keskeinen osa toimintaa.

Kehitystoiminnan perustana toimii heti keräilyprosessin alkuvaiheista kestävä tarkkaseuranta, jolla varmistetaan prosessintoimivuus. Seurannan avulla puuttumaan mahdollisimman nopeasti prosessin epäkohtiin ja optimoimaan keräilyalueella säilytettävien nimikkeiden tarvitsemat saldot. Seuranta tulisi tehdä vähintään viikkotasolla, mutta keräilyä ohjaavan esimiehen sijaitessa varaston välittömässä läheisyydessä voidaan seuranta tehdä päivittäisellä tasolla ja ongelmiin tulee puuttua välittömästi niiden ilmetessä.

8 Pohdinta

Opinnäytetyö on viimeisille hetkilleen asti tuonut haasteita ja ongelmia ratkaistavaksi. Aikataulun muutokset ja pitkät viivästykset toteutuspuolella johtivat lopulta työn tulosten puuttumiseen ja toteutusvaiheen käynnistys on vasta pilotoitu. Työtä kuitenkin jatketaan opinnäytetyöprosessin ulkopuolella ja kirjoittajalla on mahdollisuus jatkaa saman projektin parissakesätöiden yhteydessä. Kuntuloksia saatua seuranta alkaa tuottaa hedelmää on mahdollista, että projekti poikiitoisen insinööriön keräilynopeutuksen osalta.

Automaatioon keskittyneen insinööriopiskelijan näkökulmasta työ on ollut silmiä avaava kokemus varaston toiminnasta ja sen merkityksestä kokoyrityksen materiaalivirtaan. Työn edetessä vastaan tulleet ongelmat on saatu ratkaistua ja virheistä oppimalla oma osaaminen aiheesta on saavutettu uuden tason. Ammatillisen kehittymisen näkökulmasta työstä tulee hyvin todennäköisesti olemaan hyötyä työelämässä, koska lähes jokainen tuotantolaitoksen on varastoitava jokin ja monipuolinen osaaminen ei koskaan ole haitaksi työuralla.

Työn teoriaosuus on kirjoittajan mielestä kattava ja paikoitellen ehkä liiankin syvällinen huomioon ottaen työntodellisen tarpeen. Teoriassa on käyty läpi erittäin tarkasti varastointia ja materiaalin käsittelyä, mutta logistiikka itsessään jää hieman taka-alalle. Logistiikan osuus on työn rajauksista johtuen hyvin pieni ja hädän tuskin pintaraapaisu valtavasta kokonaisuudesta. Kyseisen liiketoimintayksikön logistiikan käsittely olisi kuitenkin liian laaja kokonaisuus yhteenvetopinnäytetyöhön, joten jätin työn alussa tehty rajaus on ollut kirjoittajan mielestä hyvä päätös.

Opinnäytetyöprosessin tuloksena on saatu luotua pohja perustettavalle keräilyjärjestelmälle ja siinä on hyödynnetty kuukausien aikana kertynyttä teoreettista tietoa tehokkaasti. Valtaosa tehdyistä valinnoista on perustunut teorian tiedon soveltamiseen omassa kohteessa ja loput valinnoista on toteutettu heuristiikan avulla yhdessä kokeneiden työntekijöiden kanssa.

Ongelmia teorian soveltamisessa ovat olleet pääosin kohteena olleen varaston pieni koko ja nykyisin käytössä olevan ohjausjärjestelmän joustamattomuus. Varastoteoria perustuu valtaosin suuriin varastohalleihin, tukkuvarastoihin ja terminaaleihin, joissa säilytetään valtavia määriä kaiken kokoisia ja painoisia nimikkeitä. Tästä johtuen kohteeseen tarvittavat aineet on jouduttu soveltamaan useilta osin ja tästä johtuen varaston toimintaa on seurattava tiiviisti tulevien kuukausien ajan, että voidaan varmistaa järjestelyiden toimivuus. Ohjausjärjestelmän joustamattomuus pakotti joitakin työn valintoja huonompaan suuntaan, mutta vuoden kuluessa käyttöön otettavuusjärjestelmäsalli työaikana esitettyjen kehitysehdotusten täytäntöönpanon.

Opinnäytetyö on ollut alusta loppuun hyvin suoraviivainen prosessi. Rajausten ollessa kaikille osa puolille selvät, on työn suoritminen ollut vaivatonta eikä aikaa ole juurikaan kulunut hukkaan aikatauluongelmista huolimatta. Prosessin olisi voinut kuitenkin aloittaa noin kuukautta aiemmin, jolloin työn viimeistelyyn käytettävä aika olisi ollut pidempi ja työn alkupuolella olisi ollut mahdollisuus keventää tahtia. Käytetyt menetelmät kuitenkin tukivat työn etenemistä ja menetelmävalinnat osoittautuivat onnistuneiksi alun perään jälkeä.

Prosessin alkaessa luotiin työlle aikataulu. Aikatauluun oli merkittynä pääosin kirjoitusprosessiin liittyviä tavoitteita ja niiden väleihin jätettyä aikaa kirjallisuuteen perehtymiselle. Työn kirjoitusosuus toteutettiin luku kerrallaan sen takia, että luettu tieto ei pääsisi sekoittumaan muun tiedon kanssa. Kirjoitustavoitteiksi asetettiin usein yksilukutaialalukukerrallaan ja aikataulun salliessa useampia lukuja kerrallaan. Kun kirjallisuus oli silmäilty kertaalleen, se priorisoitiin ja merkittiin erivärisin kirjanmerkein. Kirjanmerkkien tehtävänä oli visuaalisesti kertoa mitkä osat ovat tärkeitä, mitä tulisi lukea vielä tarkemmin ja mitä tulee verrata muuhun kirjallisuuteen. Kirjanmerkkitoimivat samalla myös tavoitteellisina rajoina, joita poistettiin kirjoista prosessin edetessä. Näin muodostui selvä visuaalinen eteneminen kirjoitustyössä ja vähitellen menetelmä osoittautui erinomaiseksi kannustimeksi kirjoitustyölle.

Lähdekriittisyys on ollut yksi työn keskeisiä tukijalkoja ja teoreettisen osuuden lähteisiin ei ole hyväksytty mitään yrityksiä tuottaa materiaalia kuvialukuun ottamatta. Lähteet on valikoitu huolellisesti laajasta valikoimasta kirjallisuutta koskien varastointia ja jäsenmerkitystä yrityksille. Kotimaisten kirjoittajien teoksia suosittiin työn alkuvaiheessa ja niiden tietoa on verratettu kriittisesti tietopankeista saatuihin raportteihin ja muuhun kirjallisuuteen. Koska painettu kirjallisuus on aina askeleensa sähköisiä teoksia jäljessä, on sähköisten lähteiden tietoa jouduttu useaan otteeseen tarkistamaan useasta muusta lähteestä ennen sen käyttöä itsetyössä.

Kuten jo aiemmin työssä mainitaan, olisi keraillu optimoinnin parissa mahdollista tehdä toistakin insinöörin opinnäytetyötä. Työn toteuttamisen jälkeen on kuitenkin täysin mahdollista, että toiminnoissa havaitaan muita kehittämistarpeita.

Varsin hyvä aika tehdä opinnäytetyö olisi siirtymäaika uuteen ohjausjärjestelmään. Suomessa varastojen kehittäminen modernille tasolle ei ole vielä ottanut laajasti tuulta alleen, joten vastaavia projekteja on mahdollista löytää usealta paikkakunnalta. Teollisuuden ollessa kuitenkin hyvin kallis ylläpidettävä Suomentasoisessa hyvinvointivaltiossa, on hyvin mahdollista, että myös varastoinnin kehitys alkaa saada kannatusta enenevässä määrin. Nähtäväksi jää kuinka suuren osan logistiset toiminnot yleensä saavat tuloineen eväisyyden yrityksissä maassa, jossa on näinkin pitkä välimatka ja hankalasti löydettävät olosuhteet.

Lähteet

- Aase, G. & Petersen, C. G. 2004. A comparison of picking, storage and routing policies in manual order picking. *International Journal of Production Economics* 92. Amsterdam: Elsevier B.V. 11–19.
- Abloy Oy. 2011a. Factories. Abloy Oy. <http://www.abloy.com/en/abloy/abloycom/About-ABLOY/Factories/>. 1.4.2012
- Abloy Oy. 2011b. Yritys. Abloy Oy. <http://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/Yritys/>. 1.4.2012.
- Assa Abloy. 2011. ASSA ABLOY in brief. Assa Abloy. <http://www.assaabloy.com/en/com/About-ASSA-ABLOY/ASSA-ABLOY-in-brief/>. 1.4.2012.
- Bardi, E. J., Coyle, J. J. & Langley, C. J. 2003. *The Management of Business Logistics. A Supply Chain Perspective*. Mason: South-Western.
- Bicheno, J. & Holweg, M. 2009. *The Lean Toolbox. The Essential Guide to Lean Transformation*. Buckingham: PICSIE Books.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J. 1996. *Logistical Management. The Integrated Supply Chain Process*. Singapore: McGraw-Hill.
- Bragg, S. M. 2005. *Inventory Accounting. A Comprehensive Guide*. Hoboken: Wiley.
- Ellis Systems. 2012. Vertical Carousels. Ellis Systems. <http://www.ellismh.com/index.php?url=vertical-carousels>. 14.5.2012.
- Frazelle, E. 2002. *World-Class Warehousing and Material Handling*. New York: McGraw-Hill.
- Gourdin, K. N. 2001. *Global Logistics Management. A Competitive Advantage for the New Millennium*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Heragu, S. S. 2008. *Material Handling System*. Teoksessa Taylor, G. D. (toim.). *Logistics Engineering Handbook*. Boca Raton: CRC Press. Luku 11. 1–19.
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2004. *Logistisen ajattelun perusteet*. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. *Johdatus logistiseen ajatteluun*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopiston paino.
- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. *Kuljetus- ja varastointi. Järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet*. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys.
- Karrus, K. E. 2001. *Logistiikka 3., uudistettu painos*. Juva: WSOY.
- Kouri, I. 2010. *Lean-taskukirja*. Helsinki: Teknologiateollisuus Oy.
- Lambert, D. M. & Stock, J. R. 2001. *Strategic Logistics Management*. Boston: McGraw-Hill.
- Launis, M. & Lehtelä, J. 2006. *Ergonomia opaskoneiden ja työvälineiden hankintaan, käyttöön ja tarkastamiseen*. Vammala: Vammalan Kirjapaino.
- Launis, M. & Lehtelä, J. 2011. Valaistus, ääniympäristö ja lämpöolosuhteet. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.). *Ergonomia*. Tampere: Tammerprint Oy. 266–290.
- Lehtelä, J. 2011a. Taakkojen käsittely. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.). *Ergonomia*. Tampere: Tammerprint Oy. 185–194.

- Lehtelä, J. 2011b. Työtilatjakulikutiet. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.). *Ergonomia*. Tampere: Tammerprint Oy. 129–146.
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2012. *Logistiikka selvitys 2012*. Julkaisuja 11/2012. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.
- Material Handling Industry of America. 2012. Glossary. Material Handling Industry of America. <http://www.mhia.org/learning/glossary/m.31.3.2012>.
- Material Handling Institute. 1999. *The Ten Principles of Material Handling*. Charlotte: Material Handling Institute.
- Muller, M. 2011. *Essentials of Inventory Management*. Saranac Lake: AMACOM Books.
- Parmenter, D. 2007. *Pareto's 80/20 Rule for Corporate Accountants*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Petersen, C. G. & Schmenner, R. W. 1999. An Evaluation of Routing and Volume-based Storage Policies in an Order Picking Operation. *Decision Sciences Volume 30*. Hoboken: Wiley-Blackwell. 481–501.
- Rogers, L. K. 2010. Carousels. Turning picking into productivity. *Modern Materials Handling 10*. Framingham: Peerless Media LLC. 34–37.
- Sakki, J. 1999. *Logistinen prosessi. Tilaus-toimitusketjun hallinta*. Espoo: Jouni Sakki Oy.
- Sakki, J. 2009. *Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B – Vähemmällä enemmän*. Vantaa: Jouni Sakki Oy.
- Sharp, G. P. 2008. Warehousing. Teoksessa Taylor, G. D. (toim.). *Logistics Engineering Handbook*. Boca Raton: CRC Press. Luku 12.6–22.
- Sheldon, D. H. 2004. *Achieving Inventory Accuracy. A Guide to Sustainable Class A Excellence in 120 Days*. Boca Raton: J. Ross Publishing.
- Stranks, J. 2005. *Manager's Guide to Health & Safety at Work*. Lontoo: Kogan Page Ltd.
- Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2004. SFS-EN ISO 6385-Työjärjestelmien ergonomisetsuunnitteluperiaatteet. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry.
- Työsuojeluhallinto. 2010. *Käsintehtävännostot ja siirrottyössä*. Työsuojeluoppaita ja ohjeita 23. Tampere: Työsuojeluhallinto.
- Valtioneuvoksen päätös 1409/1993 käsintehtävistä nostoistajasiirroista työssä.